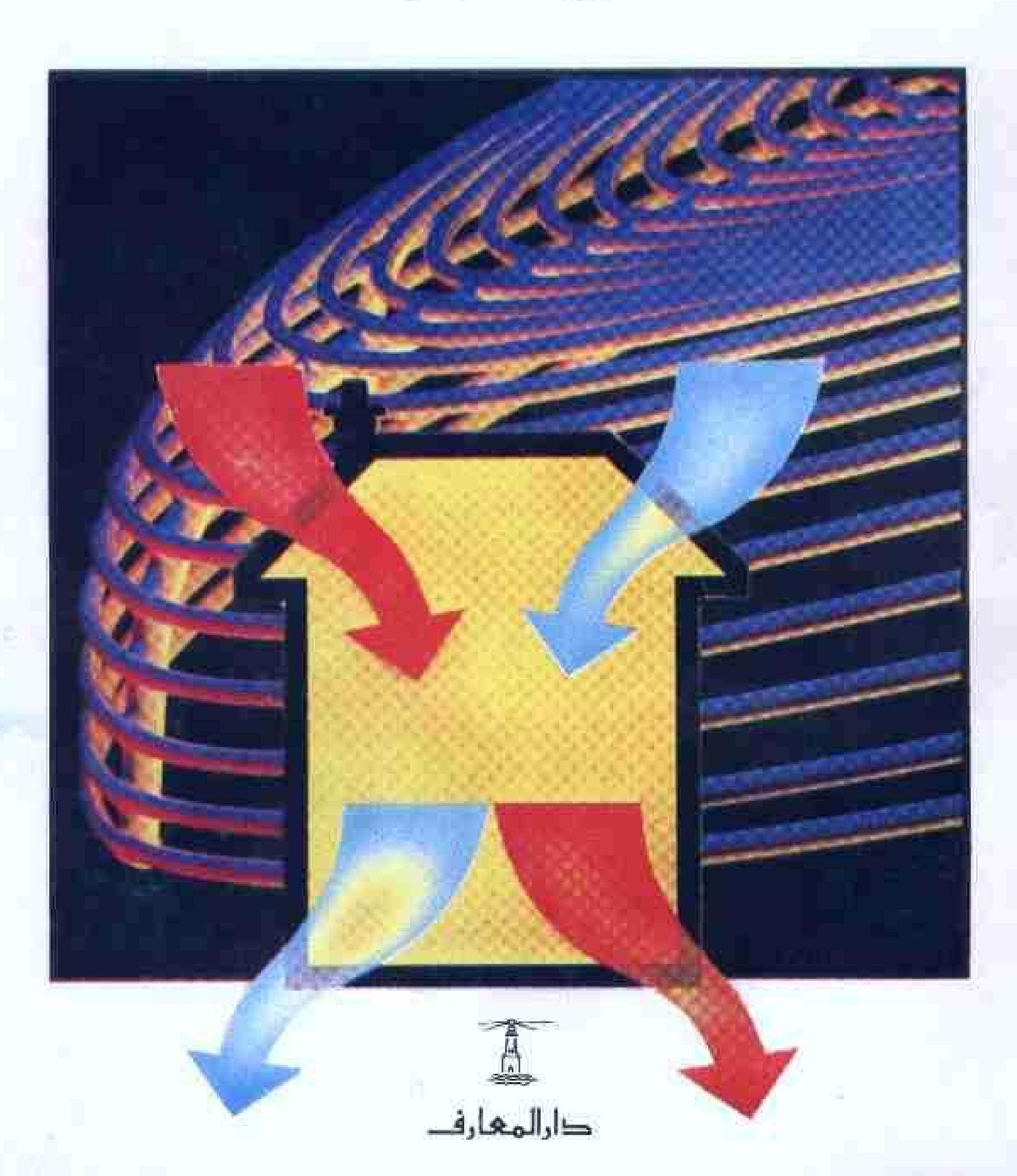
مهندس / صبري بولس

تكييف الهواء المركزي
واستخدام الطاقة الشمسية في عمليات تكييف الهواء



دار المعارف

مهندس / صبرى بولس

تكييف الهواء المركــزى واستخدام الطاقة الشمسية فى عمليات تكييف الهواء

الطبعـــة الثالثة



دار المعارف

مقدّمة



نظراً لانتشار استعمال تكييف الهواء المركزى والوحدات المنفصلة فى المساكن والمكاتب والمؤسسات التجارية والصناعية، رأيت أنّ الوقت أصبح مناسباً لوضع هذه الكتاب، خصوصاً بعد ما لمست بنفسى حاجة الذين يعملون فى حقل تكييف الهواء والراغبين منهم على الأخص فى دراسة تكييف الهواء المركزى وعددهم ليس بقليل فى كافة أنحاء البلاد العربية إلى كتاب يشرح لهم بالتفصيل أساسيات تكييف الهواء بصفة عامة، والتركيبات المختلفة لعمليات

تكييف الهواء المركزى، وأنواع وحدات وأجهزة تكييف الهواء المركزية سواء منها التى يتم تجميعها وتركيبها فى أماكن التشغيل أو المجمعة أو المنفصلة، والطلمبات الحرارية، وحساب الحمل الحرارى، وتصميم وصناعة مجارى الهواء، وطرق توزيع الهواء داخل الأماكن المكيفة، ومنظمات تكييف الهواء، وأخيراً الفحص الدورى لوحدات تكييف الهواء المركزية، استخدام الطاقه الشمسية فى عمليات تكييف الهواء.

ولإمكان إعداد الكتاب بهذا الشكل إستعنت بكثير من البيانات القيّمة والرسومات التوضيحية التى قدَّمتها لى مشكورة كلٌ من شركة كاريير، وترين، وهيتاتشى، وفيدرز، وأنيمو ستات، وجونسون كنترول وغيرها من الشركات الأخرى المتخصصة.

وأرجو أن أكون بقيامى بهذا العمل قد وفقت فى تقديم ما طلبه منى زملائى وأبنائى الذين يعملون فى حقل تكييف الهواء أو يدرسونه فى كافة أنحاء وطننا العربى.

مهندس صبرى بولس

وحدات القياس الدولى (Si Units)



تستعمل فى الوقت الحاضر بمعظم دول العالم وحدة القياس الدولى (Si Unit) وسيعمّم بالتدريج استعمال هذه الوحدات الدولية فى جميع أنحاء العالم وفى جميع البلاد العربية بوجه خاص خلال الأعوام القريبة القادمة. ولكن نظراً لأن معظم الفنيين والمهندسين والطلبة الذين يعملون أو يدرسون فى وطننا العربى لم يتعوّدوا بعد استعمال هذه الوحدات الدولية فى ميدان هندسة التبريد وتكييف الهواء؛ لهذا قمت باستعمال الوحدات البريطانية فى جميع فصول هذا الكتاب حتى لا يلتبس عليهم الأمر أثناء عملهم أو دراستهم، ولكن تسهيلاً لهؤلاء الذين يهمّهم استعمال الوحدات الدولية وحتى يتم التحوّل بصفة عامة إلى استعمال هذا القياس الدولى.

أقدّم فيما يلى بعض المعاملات المختلفة التى بمقتضاها يمكن إجراء عمليات التحويل من القياس المترى إلى القياس البريطانى والقياس الدولى.

معاملات التحويل من القياس المترى إلى القياس البريطانى والقياس الدولى

القياس المترى	×	= الوحدة البريطانية	×	= الوحدة الدولية (SI)
المساحة :				
سم^2			١٠٠	مم^2
سم^2	,١٥٥٠	بوصة مربعة	٦٤٥,٢	مم^2
متر^2			١	متر^2
متر^2	١٠,٧٦	قدم مربع	,٠٩٢٩٠	متر^2
الطول :				
ميكرو مللى			١	ميكرو مللى
ميكرو ميللى	٣٩,٣٧	ميكرو - بوصة	,٠٢٥٤	ميكرو ميللى
ملليمتر			١	ملليمتر
ملليمتر	,٠٣٩٣٧	بوصة	٢٥,٤	ملليمتر
ملليمتر	,٠٠٣٢٨١	قدم	٣٠٤,٨	ملليمتر
متر			١	متر
متر	٣,٢٨١	قدم	,٣٠٤٨	متر
متر	١,٠٩٤	ياردة	,٩١٤٤	متر
الكتلة :				
جرام			١	جرام
جرام	,٠٣٥٢٧	أوقية	٢٨,٣٥	جرام
كيلو جرام			١	كيلو جرام
كيلو جرام	٢,٢٠٥	رطل	,٤٥٣٦	كيلو جرام
طن (tonne). ميجاجرام			١	طن(tonne)ميجاجرام
طن (tonne). ميجاجرام	١,١٠٢	طن أمريكى (٢٠٠٠ رطل)	,٩٠٧٢	طن(tonne)ميجاجرام

القوّة:

ك كال / ساعة			١,١٦٣	وات
ك كال / ساعة	٣,٩٦٨	و.ح.ب / ساعة	,٢٩٣١	وات
حصان مترى			,٧٣٥٥	كيلووات
حصان مترى	,٩٨٦٣	حصان(٥٥٠قدم.رطل / ثانية)	,٧٤٥٧	كيلووات
ميجا كال / ساعة			١,١٦٣	كيلووات
ميجا كال / ساعة	,٣٣٠٧	طن تبريد	٣,٥١٧	كيلووات

الضغط:

مم مقياس ماء / ٤°م			٩,٨٠٦	باسكل
مم مقياس ماء / ٤°م	,٠٣٩٣٧	بوصة ماء ٣٩,٢°ف	٢٤٩,١	باسكال
مم زئبق / صفر°م			١٣٣٣	كيلوباسكال
مم زئبق / صفر°م	,٠٣٩٣٧	بوصة زئبق ٣٢°ف	٣,٣٨٦	كيلوباسكال
كيلو جرام قوة / سم٢			٩٨,٠٧	كيلوباسكال
كيلوجرام قوة / سم٢	١٤,٢٢	رطل على البوصة المربعة	٦,٨٩٥	كيلوباسكال
ملليمتر ماء	٣,٢٨١	قدم ماء	٢,٩٨٩	كيلوباسكال

درجة الحرارة:

فترة (Interval):

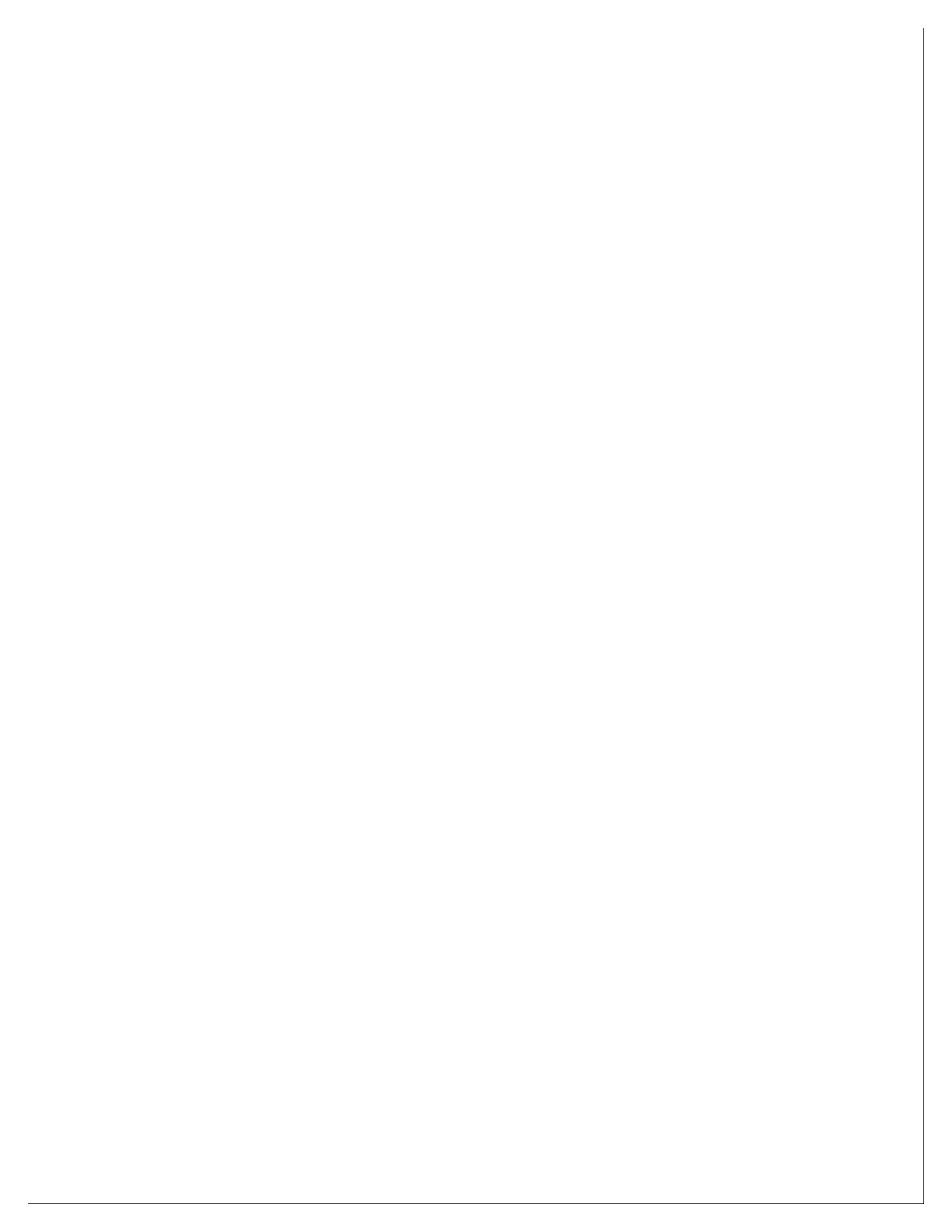
°م			١	كلفن
°م	١,٨	°ف	,٥٥٥٦	°م

السرعة:

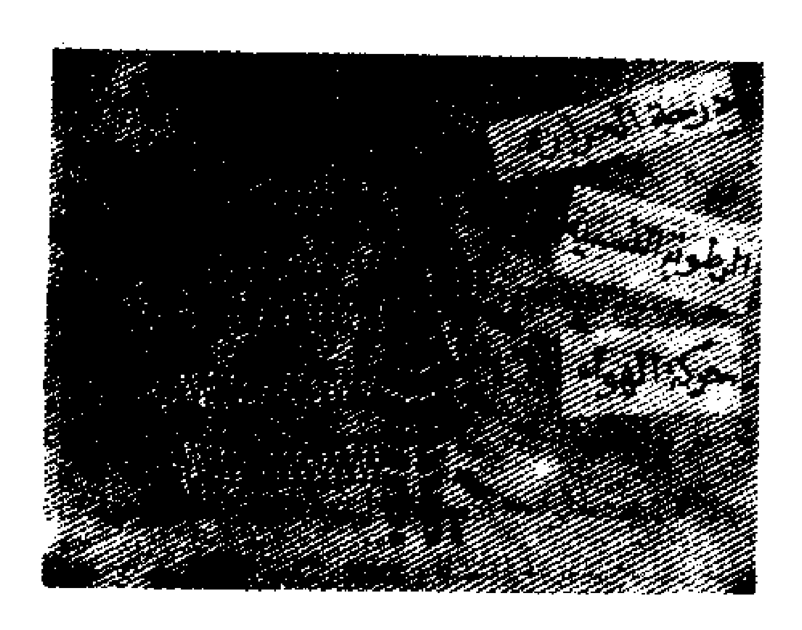
متر / ثانية			١	متر / ثانية
متر / ثانية	٣,٢٨١	قدم / ثانية	,٣٠٤٨	متر / ثانية
متر / ثانية	١٩٦,٩	قدم / دقيقة	,٠٠٥٠٨	متر / ثانية

الحجم:

ملليمتر مكعب			١×١٠^-٦	لتر
ملليمتر مكعب	٦,١٠٢×١٠^-٥	بوصة مكعبة	,٠١٦٣٩	لتر
لتر			١	لتر
لتر	,٠٣٥٣١	قدم مكعب	٢٨,٣٢	لتر
متر مكعب			١	متر مكعب



الفصل الأوّل



أساسيّات تكييف الهواء

الفصل الأوّل

أساسيّات تكييف الهواء

نبذة تاريخية:

لدراسة علم هندسة تكييف الهواء يجب أن نعرف بالضبط أوّلاً ما هو المقصود بتكييف الهواء. وماذا قام الإنسان بعمله فى الماضى لجعل جسمه يشعر براحة أكثر خلال فصول السنة الأربعة. فمثلاً كلّنا نعرف أن الإنسان قد استعمل النار منذ عصور ما قبل التاريخ لغرض التدفئة. وبمرور الوقت تعلّم كيف يستعملها فى الدفايات والمواقد والأفران ومراجل المياه الساخنة والبخار بعد أن كان يستعملها فقط فى الخلاء. وفيما مضى قام الرومان وكذلك الهنود الحمر الذين كانوا يقطنون الجزء الشرقى من الولايات المتحدة الأمريكية بإمرار الأدخنة الساخنة التى كانت تنبعث من أفرانهم تحت أرضية وبين جدران منازلهم للحصول على التدفئة اللازمة لأجسامهم خلال فصل الشتاء. وبعد ذلك عندما صنعت المراجل التجارية لتشغيل الآلات البخارية ابتدأ الإنسان يستغلّ هذا البخار فى عمليات التدفئة وذلك بإمراره داخل مواسير.

وفى خلال أيام الصيف الحارّة كان الهنود يقومون فى أنحاء مختلفة من بلاد الهند بتعليق ستائر مبللة بالماء البارد على فتحات نوافذ وأبواب حجرات منازلهم خصوصاً الموجودة منها فى اتجاه الريح وذلك لتبريد الهواء الذى يدخل هذه الحجرات.

وفى خلال عام ١٨٥٠ جُهِّز البرلمان الإنجليزى بوسائل التهوية الميكانيكية، وفى نفس الوقت قاموا كذلك بتركيب مواسير يمرّ بها البخار الساخن وبخّاخات يتساقط منها الماء المثلج وذلك لتدفئة وتبريد الهواء الذى تقوم بدفعه مراوح التهوية.

وفى عام ١٩٠٠ قامت شركة «إيستمان كوداك» الأمريكية باستعمال أجهزة التبريد فى تجفيف الهواء داخل مصانعها وذلك لتحسين صناعة الأفلام التى كانت تنتجها.

وفى عام ١٩١٠ قدّم ويليس كاريير لجمعية المهندسين الميكانيكيين الأمريكية بحثين عن أجهزة تكييف الهواء وعن المعادلات السيكرومترية. وفى الحقيقة فإن هذين البحثين يعتبران البداية الحقيقية لعلم تكييف الهواء الذى نعرفه فى وقتنا هذا.

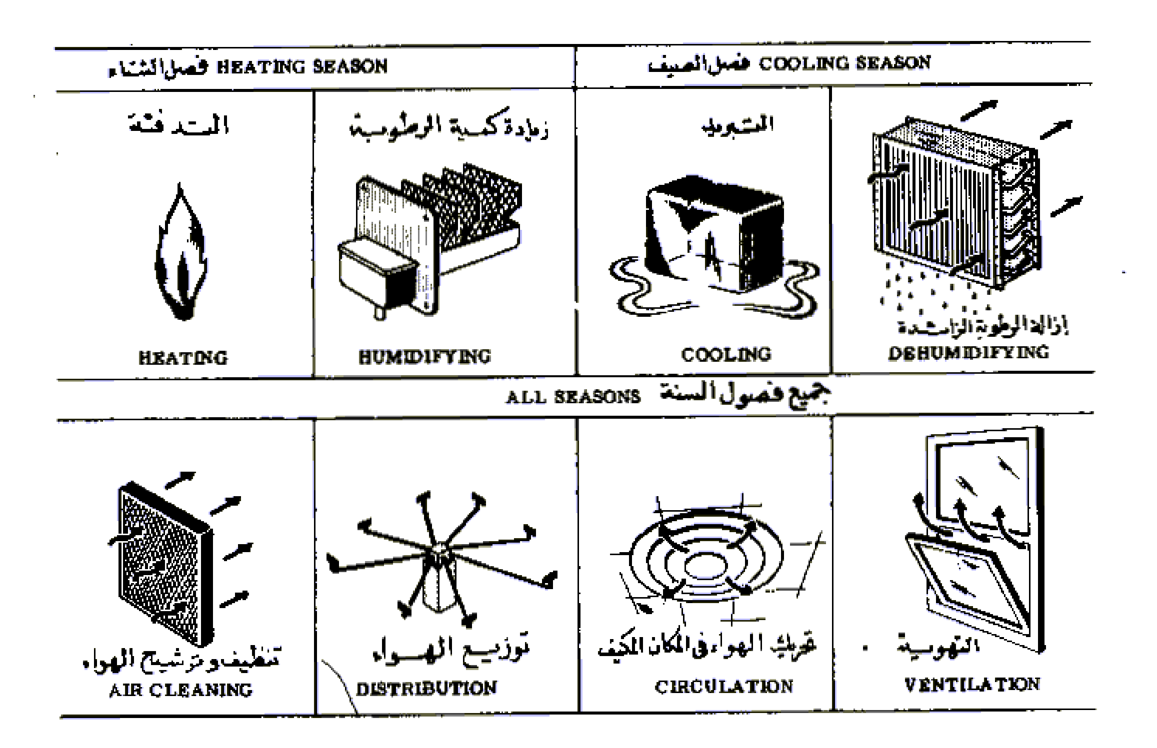
وفى عام ١٩٢٠ بدأ فى استخدام التبريد فى عمليات تكييف الهواء أوّلاً فى المسارح وبعد ذلك فى بعض المبانى العامة والمكاتب والمحلات التجارية. ومنذ ذلك الوقت ابتدأ تكييف الهواء يسترعى انتباه الناس وانتشر استعماله أوّلاً لراحة الإنسان وثانيًا فى النواحى الصناعية المختلفة.

تعريف تكييف الهواء:

لقد قامت جمعية مهندسى التدفئة والتبريد وتكييف الهواء الأمريكية (ASHRAE) بتعريف تكييف الهواء بأنه العملية التى يعالج بها الهواء لكى يتمّ فى نفس الوقت تنظيم كل من درجة حرارته، ونسبة رطوبته، وتنظيفه، وتوزيعه بطريقة معيّنة وذلك ليفى باحتياجات الحيّز المكيّف.

وتبعًا لذلك فإن جهاز تكييف الهواء المصمّم بطريقة عملية صحيحة يجب أن يقوم بتأدية العمليات الثمانية المبنية بالرسم رقم (١ - ١) خلال فصول السنة الأربعة. وكما يظهر من هذا الرسم فإن الجهاز يقوم بعملية التدفئة وزيادة كمية الرطوبة للهواء خلال فصل الشتاء. والتبريد وإزالة الرطوبة الزائدة الموجودة فى الهواء خلال فصل الصيف. بينما يقوم بالعمليات الأربع الآتية فى جميع فصول السنة وهى: تنظيف وترشيح الهواء، وتوزيعه، وتحريكه داخل المكان المكيَّف بطريقة منتظمة وأخيرًا القيام بإدخال الكمية الكافية من الهواء النقى اللازم لعملية التهوية للمكان المراد تكييف هوائه.

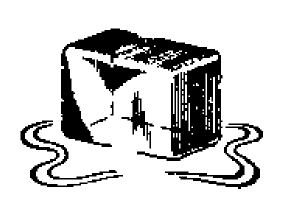
وفيما يلي سنقوم بشرح كل عملية من هذه العمليات المختلفة التي يقوم بأدائها جهاز تكييف الهواء خلال:



رسم رقم (١-١) العمليات التي يقوم بأدائها جهاز تكييف الهواء خلال فصول السنة الأربعة

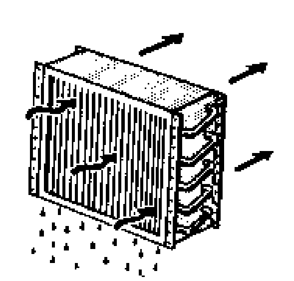
فصل الصيف:

التبريد:



يقوم جهاز تكييف الهواء خلال فصل الصيف بخفض درجة حرارة المكان المراد تكييف هوائه بدرجة مقبولة ومريحة وبدون أن يكون هناك فرق كبير فى درجة الحرارة بين أرضية المكان وسقفه. ولذلك يجب أن يقوم الجهاز بإزالة الحرارة التى تتسرب من خارج المكان إلى داخله، والحرارة التى تنتقل إلى داخل المكان بواسطة الإشعاع عن طريق النوافذ، والتى تنتقل بواسطة التوصيل عن طريق الجدران والأسقف. وعلاوة على ذلك يجب أن يقوم الجهاز كذلك بإزالة الحرارة التى تتولّد داخل المكان نفسه من الأشخاص الموجودين به، ومن الإضاءة الكهربائية والأجهزة الأخرى التى قد تكون موجودة به.

إزالة الرطوبة الزائدة:



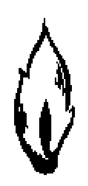
خلال فصل الصيف يجب إزالة الرطوبة الزائدة من الهواء المكيف. والسبب فى ذلك يرجع إلى أنه كلما ارتفعت درجة حرارة الهواء الخارجى فإن قابليته لحمل مقدار آخر من الرطوبة يزداد، فإذا تسرّب هذا الهواء إلى داخل المكان المراد تكييف هوائه فإن مقدار الرطوبة النسبية داخل هذا المكان ترتفع بالتالى. فإذا أضيفت هذه الرطوبة التى تتسرب من الخارج إلى الرطوبة التى تتكون داخل المكان بتأثير تنفس وتبخر عرق الأشخاص الموجودين بالمكان بالإضافة إلى عمليات الطهو والغسيل والاستحمام، فإن نسبة الرطوبة ترتفع بدرجة غير مريحة.

وعلى العموم فإن مقدار الرطوبة النسبية داخل الأماكن المكيفة يجب أن لا تزيد عن

٦٠٪ وذلك عندما تكون درجة الحرارة الجافة ٢٤,٤°م (٧٦°ف)؛ ولذلك يقوم جهاز تكييف الهواء بحفظ الرطوبة النسبية داخل المكان المكيف عند الحدود المريحة المسموح بها.

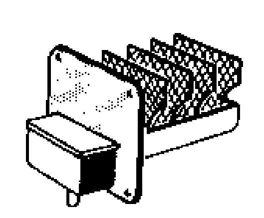
فصل الشتاء:

التدفئة:



يقوم جهاز تكييف الهواء بتدفئة المكان المراد تكييف هوائه فى فصل الشتاء، وذلك برفع درجة حرارته إلى درجة مقبولة ومريحة وبدون أن يكون هناك فرق كبير فى درجة الحرارة بين أرضية المكان وسقفه. وبالإضافة إلى ذلك يجب أن يقوم جهاز التكييف بتدفئة أرضية وحوائط المكان كذلك وذلك للحدّ من عملية انتقال الحرارة من جسم الإنسان إلى الأسطح التى تكون درجة حرارتها أقل. وتعرف هذه العملية بالإشعاع البارد (cold Radiation). ولعلاج عملية الإشعاع البارد يجب رفع الدرجة التى يضبط عليها ترموستات المكان قليلاً كلما انخفضت درجة الحرارة الخارجية. وفى معظم الحالات تتم هذه العملية بطريقة أوتوماتيكية كلما انخفضت درجة الحرارة الخارجية.

زيادة كمية الرطوبة:



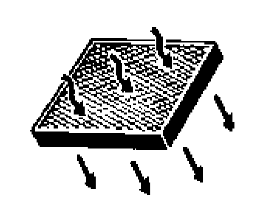
ويقوم جهاز تكييف الهواء خلال فصل الشتاء علاوة على قيامه بتدفئة المكان بزيادة كمية الرطوبة للهواء الموجود داخل هذا المكان بطريقة أوتوماتيكية. والسبب فى إجراء هذه العملية، هو أن الهواء الخارجى الذى يتسرب إلى المكان يكون فى العادة خلال فصل الشتاء أكثر جفافًا من الهواء الموجود داخل هذا المكان. وعندما يتم خلطهما ببعضهما فإن مقدار الرطوبة النسبية للهواء المخلوط تنخفض. ونظرًا لإحكام قفل نوافذ وأبواب الأماكن المكيّفة، فإن تسرب الهواء من الخارج إلى داخلها يصبح غير ممكن، وكذلك فإن الرطوبة التى تضاف للهواء الداخلى نتيجة لتواجد الأشخاص ,وعمليات الطهى والاستحمام وغسل الأوانى والملابس تجعل عملية زيادة كمية الرطوبة بواسطة جهاز التكييف لا تحتاج إليها معظم الأماكن

المكيفة فى الوقت الحاضر وعلى العموم إذا كان مقدار الرطوبة النسبية داخل الأماكن المكيفة ٥٠٪، فإن ذلك يعتبر مثاليًا إذ أن هذه النسبة المئوية للرطوبة تعمل على وقاية الجسم من الأمراض التى ينقلها الهواء، كما أن لها تأثيرًا ملطفًا على الأغشية المخاطية للأنف والزور وباقى المسالك الهوائية وتعمل كذلك على عدم تلف الأثاثات الخشبية.

ومع هذا يجب ملاحظة أنه عندما تنخفض درجة حرارة الجو الخارجى عن ٤,٤°م (٤٠°ف) وعندما تكون نسبة الرطوبة داخل المكان المكيف ٥٠٪ فإنه قد يحدث تكاثف بدرجة كبيرة للرطوبة على زجاج النوافذ وجدران المكان؛ ولذلك يجب ملاحظة أنه كلما انخفضت درجة حرارة الخارج عن ٤,٤°م (٤٠°ف) فأنه فى هذه الحالة يلزم تخفيض مقدار الرطوبة النسبية بمقدار يمنع حدوث هذا التكاثف.

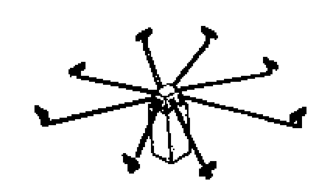
جميع فصول السنة:

تنظيف وترشيح الهواء:



يقوم جهاز تكييف الهواء خلال جميع فصول السنة بتنظيف وترشيح الهواء الذى يدخل المكان المكيف الهواء. وتتم هذه العملية بواسطة مرشحات هواء عادية أو بواسطة إحدى المرشحات الإلكترونية الحديثة. وبغض النظر عن نوع هذا المرشح المستعمل فإنه يجب أن يقوم بحماية صحة الإنسان من التلوّث وذلك بإزالته الأتربة والأوساخ التى يحملها الهواء عند دخوله المكان المكيف.

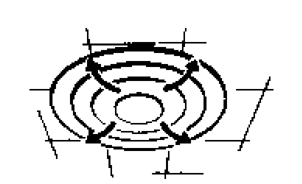
توزيع الهواء:



تقوم شبكة توزيع الهواء المكيف الموصلة بجهاز تكييف الهواء. بإعطاء كل الأماكن المكيفة بالمبنى نصيبها من الهواء المكيف الساخن أو البارد. وتتم هذه العملية عن طريق مجارى الهواء التى تحمل الهواء المكيف من جهاز التكييف إلى كل من هذه الأماكن حيث يتم توزيعها داخلها بواسطة موزّعات وموجّهات خاصة. وعن طريق مجارى هواء أخرى تعرف باسم مجارى الهواء الراجع يُسحب هذا الهواء الراجع من هذه الأماكن إلى جهاز التكييف حيث يعاد تبريده أو تسخينه. وفى أجهزة التكييف التى يستعمل فيها الماء المثلج أو الساخن لعملية التبريد والتدفئة فإنه ينقل هذا الماء بواسطة مواسير إلى وحدات التكييف المركبة بكل مكان.

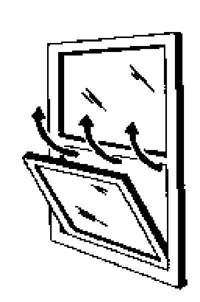
هذا ويعتبر تصميم طريقة التوزيع صحيحًا إذا لم يزد الفرق فى درجات الحرارة فى أنحاء المكان المختلفة عن ١,٦٧°م (٢°ف).

تحريك الهواء داخل المكان المكيف بطريقة منتظمة:



يتم توزيع الهواء المكيف داخل المكان بواسطة موزّعات وموجّهات خاصة. ويجب العناية فى اختيار النوع المناسب منها لكل حالة. وكذلك يلزم العناية أيضًا بطريقة ومكان تركيبها وذلك لأن أقصى سرعة هواء مسموح بها داخل المكان المكيف حوالى ٥٠ قدمًا فى الدقيقة عند ارتفاع يتراوح ما بين ٤ إلى ٥ قدم من أرضية المكان وفى حالة أجهزة التكييف التى يستعمل فيها الماء المثلج أو الساخن لعملية التبريد والتدفئة، فإن وحدات التكييف المركبة بالمكان تشتمل على مروحة صغيره تعمل على تحريك الهواء داخل الغرفة وتمرره باستمرار على ملفات التبريد / التدفئة المركبة بها.

التهوية:



يقوم جهاز تكييف الهواء بإعطاء التهوية الكافية للمكان المكيّف فى جميع فصول السنة، وذلك لعلاج التغيرات الكيمائية والطبيعية التى تحدث فى هواء المكان المقفول والمشغول بالناس. وفيما يلى نوضح ما يحدث من تغيرات لهذا الهواء:

١ ـ تقل نسبة الأوكسيجين به.

٢ ـ تزداد قليًلا نسبة ثانى أوكسيد الكربون.

٣ ـ يختلط الهواء بالمواد العضوية التى تخرج من الأنف أو الفم أو الجلد بنسب مختلفة.

ويضاف إلى ذلك الروائح التى تنتج من عمليات طهى الأطعمة. وعلى هذا فإنه فى حالة عدم توفير جهاز التكييف التهوية اللازمة داخل المكان، فإن الهواء الموجود بداخله يصبح راكدًا وغير مريح. ومن حسن الحظ فإنه غالبا ما تحصل الأماكن مثل المساكن على التهوية الكافية لها عن طريق تسرب الهواء من حول النوافذ أو الأبواب الموجودة بها. وفى حالة عدم حصول المكان على التهوية الكافية بهذه الطريقة فإن جهاز تكييف الهواء يجب أن يكون مصمماً لإعطاء التهوية الكافية للمكان المراد تكييف هوائه.

تعاريف واصطلاحات خاصة بتكييف الهواء

الترمومترات:

يوجد نوعان من الترموترات نستعملها عادة، وهما الترموتر ذو التدريج المئوى والترمومتر ذو التدريج الفهرنهايت، وتدريج كل منهما يختلف عن الآخر. وفى جميع أنواع الترموترات فإن وحدة القياس تعرف بالدرجة ويرمز لها (٥). وتوجد نقطتان ثابتتان فى تدريج الترموترات وهما نقطتا التجمد والغليان للماء النقى عند مستوى سطح البحر.

الترمومتر الفهرنهايت:

اخترع هذا الترمومتر فى عام ١٧١٤ وهو يستعمل بكثرة فى الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا والبلاد الأخرى التى يتكلم أهلها اللغة الإنجليزية. والأتجاه فى الوقت الحاضر إلى استعمال الترمومتر المئوى بدلاً من هذا الترمومتر فى أعمال التبريد وتكييف الهواء فى هذه البلاد. ونقطة غليان الماء محدّدة على تدريج هذا الترموتر بالدرجة ٢١٢°ف ونقطة التجمد عند الدرجة ٣٢°ف وبين هاتين الدرجتين فإن تدريج الترموتر مقسم إلى ١٨٠ قسماً متساويا. ويقسّم الترمومتر فوق وأسفل هاتين النقطتين بأقسام أخرى توضح درجات فهرنهايت.

الترمومتر المئوى (السنتيجراد):

هذا النوع من الترمومتر كان يستعمل عادّة فى جميع البلاد الأوروبية ولكنه يستعمل فى الوقت الحاضر فى جميع بلاد العالم فى أعمال التبريد وتكييف الهواء، ولقد اخترع فى عام ١٧٤٢.

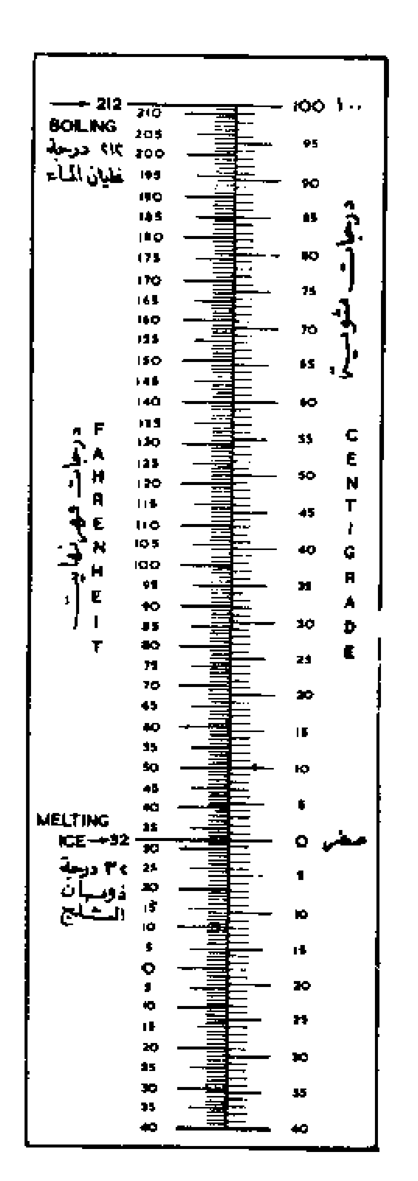
ونقطة غليان الماء محددة على تدريج هذا الترمومتر عند الدرجة ١٠٠°م ونقطة التجمد عند الدرجة صفر°. وبين هاتين النقطتين فإن الترمومتر مقسم ١٠٠ قسم متساو. ومقسّم فوق وأسفل هاتين النقطتين أقسام أخرى متساوية توضح درجات مئوية. الرسم رقم (١-٢) يبيّن كلًّا من التدريج المئوى والتدريج الفهرنهايت المقابل له للترمومترات.

الدرجة المئوية (م°) = $\frac{٥}{٩}$ (درجات فهرنهايت − ٣٢)

الدرجة الفهرنيهات (ف°) = $\frac{٩}{٥}$ (درجات مئوية + ٣٢)

الوحدة الحرارية البريطانية (و.ح.ب - B.t.u):

ويرمز إليها بالرمز (و.ح.ب -B.t.u): وهى كمية الحرارة اللازمة لرفع رطل واحد من الماء من درجة ٦٣°ف إلى ٦٤°ف أوفى الحالات العملية درجة واحدة فهرنهايت.



الكالورى (Cal):

إن وحدة الحرارة فى الطريقة المترية هو الكالورى (Calorie) ويرمز إليه بالرمز (كال - Cal) وهو كمية الحرارة اللأزمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء من ١٥°م إلى ١٦°م. وفى أعمال التبريد عادة يستعمل الكيلو كالورى (Kcal) وهو يعادل ١٠٠٠ كالورى.

رسم رقم (١-٢) التدريج المئوى والتدريج الفهرنهايت المقابل له للترمومترات

طن التبريد:

هو كمية الحرارة التى يمتصّها طنٌّ واحد من الثلج فى مدة ٢٤ ساعة أثناء ذوبانه. فلإذابة رطل واحد من الثلج فإنه يلزمنا ١٤٤ و.ح.ب وعلى هذا يلزمنا:

٢٠٠٠×١٤٤=٢٨٨٠٠٠ و.ح.ب فى اليوم.

أو ١٢٠٠٠ و.ح. ب. /الساعة.

درجة الحرارة الجافة - Dry Bulb (D.B)

درجة الحرارة الجافة للهواء هى درجة الحرارة التى تقاس بالترمومتر العادى والذى لا يتأثر بكمية بخار الماء الموجودة فى الهواء.

درجة الحرارة الرطبة – Wet Bulb (W.B):

تقاس درجة الحرارة الرطبة بواسطة ترمومتر انتفاخه الزئبقى محاط بماسورة (جراب) قطن مشبّعة بالماء النقى. ويحرَّك هذا الترمومتر فى الهواء بسرعة حتى يعطى قراءة ثابتة تعتبر هى درجة الحرارة الرطبة. وهى تقلّ عن قراءة الترمومتر الجاف بنسبة كمية بخار الماء الموجودة بالجو.

درجة التندى – Dew Point (D.P):

إذا برِّد تحت ضغط ثابت مخلوط من الهواء الجاف وبخار الماء بحيث لم يصل هذا المخلوط إلى درجة التشبع، فإن درجة الحرارة التى يبدأ عندها تكاثف بخار الماء الموجود فى المخلوط تسمى درجة التندى.

الرطوبة النسبية – Relative Hamidity (R.H):

هى النسبة بين كمية بخار الماء الموجودة فى الهواء إلى كمية بخار الماء اللازمة لتشبّع هذا الهواء عند نفس درجة الحرارة.

الحرارة المحسوسة – Sensible Heat (S.H):

هى الحرارة التى نحسّ بها باليد والتى تقاس بواسطة ترمومتر عادى. وأى تغيير فى درجة الحرارة المحسوسة يغير قراءة الترمومتر.

الحرارة الكامنة – Latent Heat (L. H):

الحرارة الكامنة للمادة هى كمية الحرارة اللازمة لتغيير حالة الجزئيات التى تتركب منها هذه المادة بدون أن تتغير درجة الحرارة. فإذا كان التغير من حالة السيولة إلى حالة التجمد أو من حالة التجمد إلى حالة السيولة، فان الحرارة المسبّبة لذلك تعرف بالحرارة الكامنة للانصهار. فمثلاً نحتاج إلى ١٤٤ و.ح.ب لنحول تمامًا رطلًا واحدًا من الثلج عند درجة حرارة ٣٢°ف إلى ماء عند درجة ٣٢°ف. وعندما تتغير حالة المادة من السيولة إلى البخار فإن الحرارة اللازمة لحدوث هذا التغير تسمى بالحرارة الكامنة للتبخّر.

الحرارة الكلية – Total Heat (T.H):

هى مجموعة الحرارة الكامنة والمحسوسة الموجودة فى بخار الماء.

درجة الحرارة الفعالة Effective Temperature (E.T):

تعتبر هذه الدرجة هى المقياس الحقيقى لدرجة شعور الإنسان بالدفء أو البرودة وذلك تبعًا لدرجة حرارة الجو ونسبة رطوبته وسرعة تحرك الهواء جميعها معًا. ودرجة الحرارة الفعّالة لا تقاس بأى مقياس لأنها تتكوّن كما ذكرنا من خلاصة قراءات درجة الحرارة والرطوبة وسرعة الهواء. والرقم الخاص بقيمة الحرارة الفعّالة بالنسبة لحالة الهواء يحدد بواسطة الهواء المشبّع عند سرعة هواء مقدارها من ١٥ إلى ٢٥ قدما فى الدقيقة بحيث يعطى شعورًا بالدفء أو البرودة كقيمة الرقم نفسه. وعلى هذا يطلق مثلاً على درجة الحرارة الفعّالة مقدار ٦٥° عندما تعطى هذه الدرجة شعورًا بالدفء كنفس الشعور الذى يمكن الحصول عليه عند درجة ٦٥°ف وعندما يكون الهواء راكدًا وغير متحرك ومشبعًا بالرطوبة.

كيف يشعر جسم الإنسان بالراحة

بما أن الراحة والصحّة التى يشعر بها الإنسان الموجود فى أى مكان ما تتوقّف على التنظيم المناسب لكل من درجة الحرارة، ونسبة الرطوبة، وحركة الهواء داخل هذا المكان كما يوضح ذلك الرسم التوضيحى رقم (١-٣).



رسم رقم (١-٣) تتوقف الراحة التى يشعر بها الإنسان على التنظيم المناسب لكل من درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وحركة الهواء.

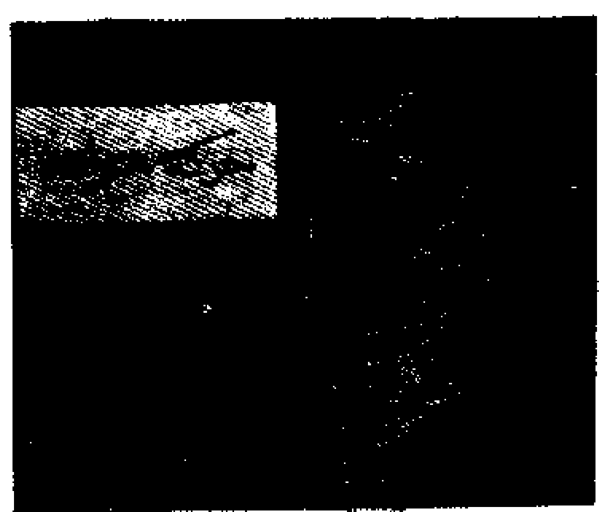
تأثير الحرارة والبرودة:

لقد عُملت وما زالت تعمل أبحاث علمية حتى وقتنا هذا لمعرفة تأثير الحرارة والبرودة على جسم الإنسان. ولو أننا جميعًا نعرف أن الجسم لديه القدرة على تنظيم درجة حرارته مهما تغيرت الأحوال الجوية التى تحيط به، ولكن يجب أن نعرف كذلك أن هذه الظاهرة حقيقية فقط فى الحالات العادية المحدودة. فمثلاً عندما ترتفع درجة الحرارة الفعالة عن ٩٠°ف فإن المركز الذى ينظم درجة حرارة الجسم يختلّ فى عمله وينتج عن ذلك ارتفاع فى درجة حرارة الجسم، وازدياد مقدار النبض وينتقل الدم أثناء ذلك من الأجزاء الداخلية للجسم إلى سطحه الخارجى ليساعد على تخفيض درجة حرارته. وإذا قام الإنسان بعمل جهد جسمانى عندما تكون درجة حرارة الجو مرتفعة فإن الجسم يفقد أثناء ذلك مقدارًا كبيرًا من الأملاح التى يحتويها عن طريق إفراز العرق. وفى حالة عدم تعويض هذه الأملاح التى يفقدها الجسم فإن ذلك يؤدّى إلى شعور الإنسان بالتعب وتقلّص عضلاته.

ويؤثّر البرد كذلك على جسم الإنسان بأن يُلقى حملًا زائدًا على الأعضاء التى تقوم بتوليد الطاقة الحرارية له فتتأثر بذلك عملية الهضم وحركة الدم والكلى. ويزداد كذلك ضغط دم الإنسان نتيجة لانقباض الأوعية الدموية التى تنقل الدم إلى القلب. كما تنقبض كذلك شعيرات الدم الموجوده فى الغشاء المخاطى لمجارى التنفس، فتسبب انخفاض درجة حرارتها، وعندما تتعرض هذه الأجزاء لجو دافىء فجأة فإنها تكون ضعيفة وتتعرض للإصابة بالأمراض المعدية بسرعة.

تأثير حركة الهواء:

تعتبر أيضًا حركة الهواء إحدى الحالات الثلاثة التى تؤثّر على كمية الحرارة التى يفقدها الجسم. فحركة الهواء تعمل على زيادة نسبة تبخّر العرق من على سطح جلد جسم الإنسان كما يوضح ذلك الرسومات التوضيحية رقم (١-٤أ) و (١-٤ب). ومقدار هذا التبخّر يتوقّف طبعًا على قابلية الهواء المحيط بالجسم على امتصاص الرطوبة. فعندما يتحرك الهواء على سطح الجسم فإنه يدفع بعيدًا عنه الهواء المشبع بالرطوبة المحيط به مما يتيح لمقدار أكبر من الرطوبة التبخر من على سطح الجلد.



رسم رقم (١-٤ أ) حركة الهواء تعمل على زيادة تبخر العرق من على سطح جلد جسم الإنسان.



رسم رقم(١-٤ب) عندما لا تكون هناك حركة هواء، لايحدث تبخر للعرق من على سطح جلد الإنسان.

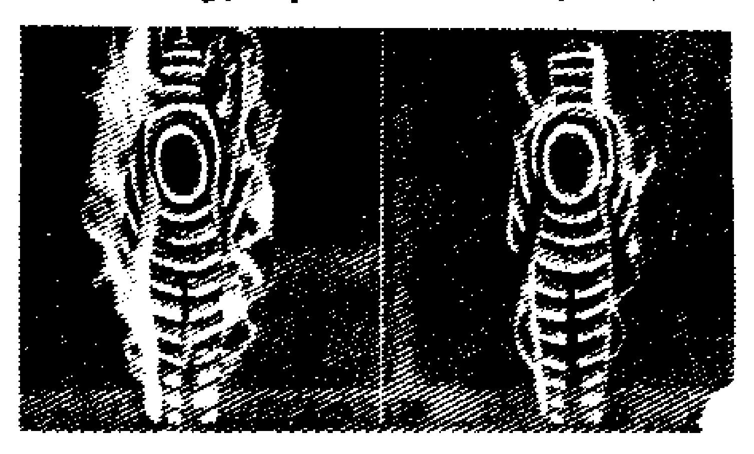
وحركة الهواء تعمل أيضًا على زيادة سرعة انتقال الحرارة من الجسم عن طريق الحمل بإزالة الهواء الساخن القريب من الجسم. كما أنها تزيل أيضًا الحرارة من الحوائط والأسقف والأسطح الأخرى التى تحيط بالجسم فتساعد بذلك على زيادة سرعة انتقال الحرارة بالإشعاع.

تأثير الرطوبة النسبية:

إن الرطوبة النسبية الموجودة فى الهواء تؤثّر على مقدار الحرارة التى يفقدها الجسم عن طريق تبخّر العرق، فكلما كانت الرطوبة النسبية للهواء المحيط بالجسم منخفضة تكون للجسم قدرة ليفقد مقدارًا أكبر من الحرارة عن طريق التبخر عما إذا كانت الرطوبة النسبية مرتفعة، كما يوضح ذلك الرسم التوضيحى رقم (١-٥). ولقد ظهر من التجارب أنه عند درجة حرارة مقدارها ٨٠° ف (٢٦,٧°م) تكون هناك حالة راحة مناسبة عندما تكون الرطوبة النسبية قدرها ٥٠٪.

كيف ينظم الجسم درجة حرارته:

تكون درجة حرارة جسم الإنسان العادى باستمرار ٩٨,٦° ف (٣٧°م). ويحتفظ الجسم بهذه الدرجة بواسطة عملية التنظيم الأوتوماتيكى لتوليده وفقده الحرارة. وتتولّد الحرارة فى الجسم عن طريق عملية التمثيل الغذائى للأطعمة التى يتناولها الإنسان. هذا وينظم الجسم



رسم رقم (١-٥) تأثير الرطوبة النسبية الموجودة فى الهواء على مقدار الحرارة التى يفقدها الجسم عن طريق تبخر العرق.

درجة حرارته لتثبت عند الدرجة العادية وذلك بإزالته الحرارة الزائدة التى تتولد عن طريق الجلد والغدد العرقية. ويعيش الإنسان براحة أكثر وبصحة أحسن عندما تكون درجة حرارة الجو المحيطة به منخفضة بمقدار يتراوح من ٢٠ إلى ٣٠°ف عن درجة حرارة الجسم التى تبلغ ٩٨,٦°ف (٣٧°م) كما ذكرنا سابقا. ولكن الطبيعة كما نعلم جميعًا لا تعطينا الجو المريح الذى نطلبه دائمًا إلاّ فى أوقات محدودة من السنة، لهذا كان من الضرورى أن نستعمل أجهزة تكييف الهواء فى حياتنا لنحصل على درجات الحرارة والرطوبة وسرعة الهواء المناسبة لتشعر أجسامنا بجوٍّ مريح فى جميع أيام وفصول السنة.

هذا وتنتقل الحرارة من جسم الإنسان إلى الجو المحيط به عن طريق:

١ - الإشعاع من جلد الإنسان غير المغطّى ومن الملابس التى يرتديها إلى الأشياء المحيطة بها التى تكون درجة حرارتها أقل. كما يوضح ذلك الرسم التوضيحى رقم (١-٦).



رسم رقم (١-٦)
تنتقل الحرارة من جسم الإنسان
عن طريق الإشعاع.



رسم رقم (١-٧)
تنتقل الحرارة من جسم الإنسان عن طريق التبخر

٢ – التبخر الذى ينشأ من العرق الموجود على سطح الجلد ومن الرئتين أثناء عملية الزفير ومن الملابس الرطبة التى يرتديها الإنسان كما يوضح ذلك الرسم التوضيحى رقم (١-٧).

٣ – الحمل وذلك من جلد جسم الإنسان غير المغطّى ومن الملابس التى يرتديها إلى الهواء المحيط إذا كانت درجة حرارته أقل من درجة حرارة جلد الجسم. كما يوضح ذلك الرسم التوضيحى رقم (١-٨).



رسم رقم (١-٨)
تنقل الحرارة من جسم الإنسان عن طريق الحمل

وانتقال الحرارة من جسم الإنسان عن طريق الإشعاع يتوقف على الفرق بين درجات الحرارة. وعن طريق الحمل يتوقف على الفرق بين درجات الحرارة وسرعة الهواء. وعن طريق التبخّر يتوقف على درجة الحرارة والرطوبة وسرعة الهواء.

وكمية الحرارة التى تنتقل من جسم الإنسان إلى الجوّ المحيط به عن طريق الحالات الثلاثة التى ذكرناها قد دُرست بعناية فى معامل جمعية مهندسى التدفئة والتبريد وتكييف الهواء الأمريكية (ASHRAE). ومن هذه الدراسة لوحظ أن الحرارة التى تنتقل من جسم الإنسان تتوقف أساسا على درجة نشاط وحركة الجسم ولا تتغير كثيرا عن درجات الحرارة التى يشعر عندها الإنسان بالراحة. فإذا بعدنا عن هذه الدرجات فإن الحرارة تنتقل من الجسم إلى الجو المحيط به وتتوقّف فى هذه الحالة مباشرةً على درجة الحرارة الفعالة. ومن دراسات أُجريت بعد ذلك لوحظ أن هناك تغيرًا كبيرًا فى مقدار الحرارة المحسوسة والحرارة الكامنة التى يفقدها الجسم عند وجوده فى منطقة الراحة. ولقد ظهر أن ذلك يتوقف على

درجة الحرارة الجافة. فمثلا عندما يكون الإنسان جالسا فى وضع مريح عند درجة حرارة جافة مقدارها ٧٥°ف (٢٣,٩°م) فإنه يفقد فى هذه الحالة ما يقرب من ٣٤٪ من مجموع الحرارة التى يفقدها الجسم عن طريق التبخّر (حرارة كامنة) وحوالى ٦٦٪ عن طريق الإشعاع والحمل. وعندما تكون درجة الحرارة الجافة ٨٥°ف (٢٩,٤°م) فإن حوالى ٥٨٪ من مقدار الحرارة الكلية التى يفقدها الجسم تكون عن طريق التبخر وحوالى ٤٢٪ عن طريق الإشعاع والحمل.

هذا والجدول التالى رقم (١) يبين كلًّا من الحرارة المحسوسة والحرارة الكامنة التى تنتقل من جسم الإنسان إلى الجوّ المحيط به عند درجات حرارة جافة مختلفة وعند قيام الإنسان بأوجه نشاط مختلف. ويستعمل هذا الجدول عادةً فى حساب حمل التبريد للأشخاص الموجودين فى أماكن مكيّفة الهواء.

جدول رقم (١) الحرارة المحسوسة والكامنة و. ح. ب/الساعة التى تنتقل من جسم الإنسان إلى الجو المحيط به عند درجات حرارة جافة مختلفة وأوجه نشاط مختلف وعندما تكون سرعة الهواء من ١٥ إلى ٢٥ قدمًا فى الدقيقة

درجة الحرارة الجافة	شخص جالس فى وضع مريح[١] الحرارة الكلية ٤٠٠ و.ح.ب/ساعة		شخص واقف فى وضع مريح[٢] الحرارة الكلية ٤٦٠ و.ح.ب/ساعة		شخص يؤدى عملا خفيفا[٣] الحرارة الكلية ٥٢٠ و.ح.ب/ساعة		شخص يؤدى عملا متوسطا[٤] الحرارة الكلية ٦٨٠ و.ح.ب/ساعة	
	المحسوسة	الكامنة	المحسوسة	الكامنة	المحسوسة	الكامنة	المحسوسة	الكامنة
٧٠°ف	٣١٠	٩٠	٣٢٠	١٤٠	٣٣٠	١٩٠	٣٧٠	٣١٠
٧٥	٢٦٠	١٤٠	٢٧٠	١٩٠	٢٨٠	٢٤٠	٣٠٥	٣٧٥
٨٠	٢٢٠	١٨٠	٢٢٠	٢٤٠	٢٢٠	٣٠٠	٢٥٠	٤٣٠
٨٥	١٦٠	٢٤٠	١٦٠	٣٠٠	١٦٠	٣٦٠	١٦٠	٥٢٠

(١) كالأشخاص الجالسين أو اللذين يأكلون.

(٢) كالكتبة فى المصارف.

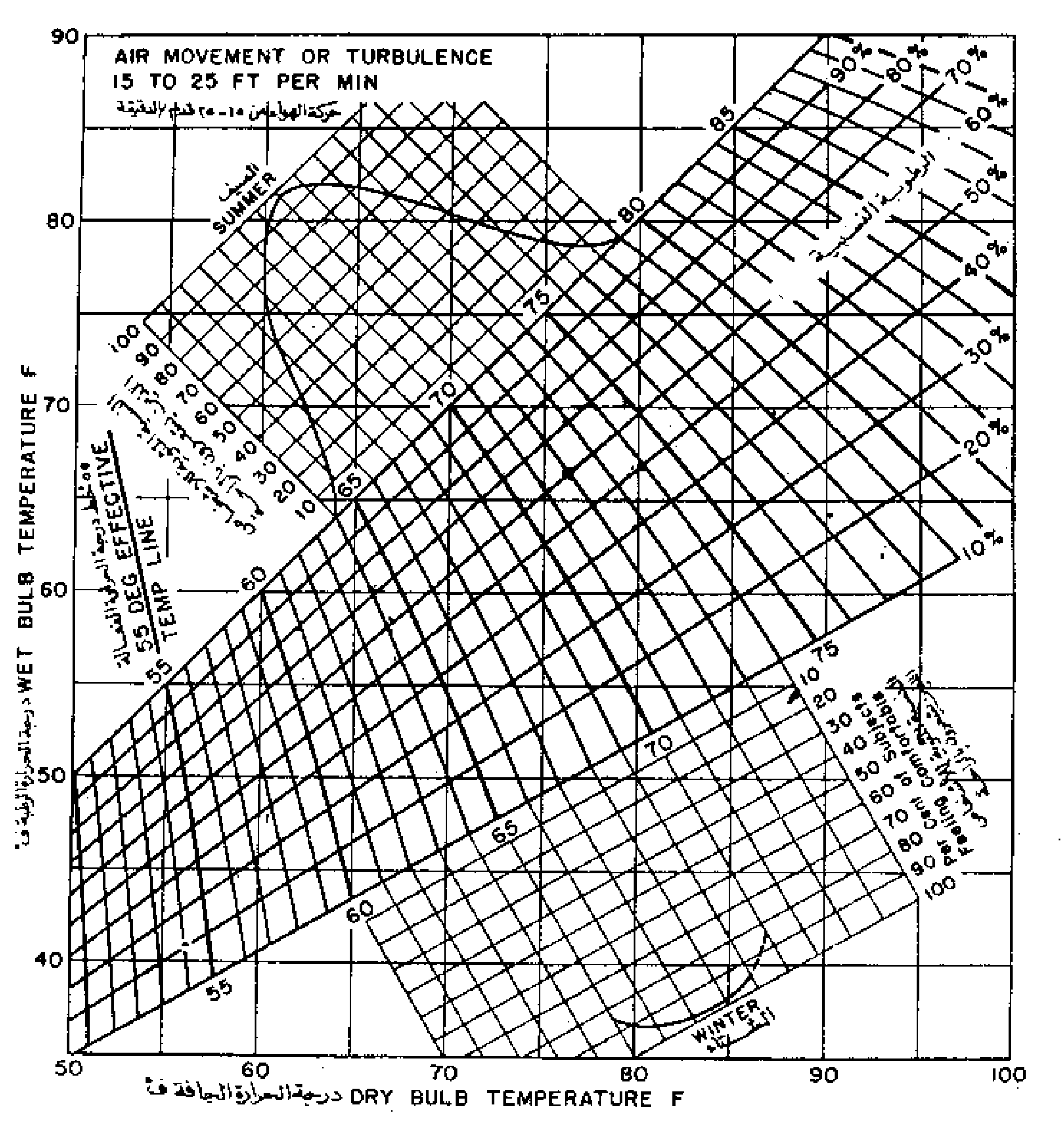
(٣) كالكتبة على الآلات الكاتبة أو الحاسبة.

(٤) كخدمة المطاعم والمقاهى.

خريطة مناطق الراحة (comfort Chart)

يمكن تعريف منطقة الراحة (Comfort Zone) بأنها المنطقة المحصورة بدرجات الحرارة الفعالة التى يشعر فيها أكثر من ٥٠٪ من الأشخاص المعرّضين لها بالراحة.

والخريطة المبينة فى الرسم رقم (١ - ٩) تبين مناطق الراحة وقد عملت بمعرفة جمعية مهندسى التدفئة والتبريد وتكييف الهواء الأمريكية (ASHRAE) وذلك بعد إجراء عدة



رسم رقم (١-٩) خريطة توضح مناطق الراحة التى عملت بمعرفة جمعية مهندسى التدفئة والتبريد وتكييف الهواء الأمريكية (ASHRAE) والموضوعة بالدرجات الفهرنهايت.

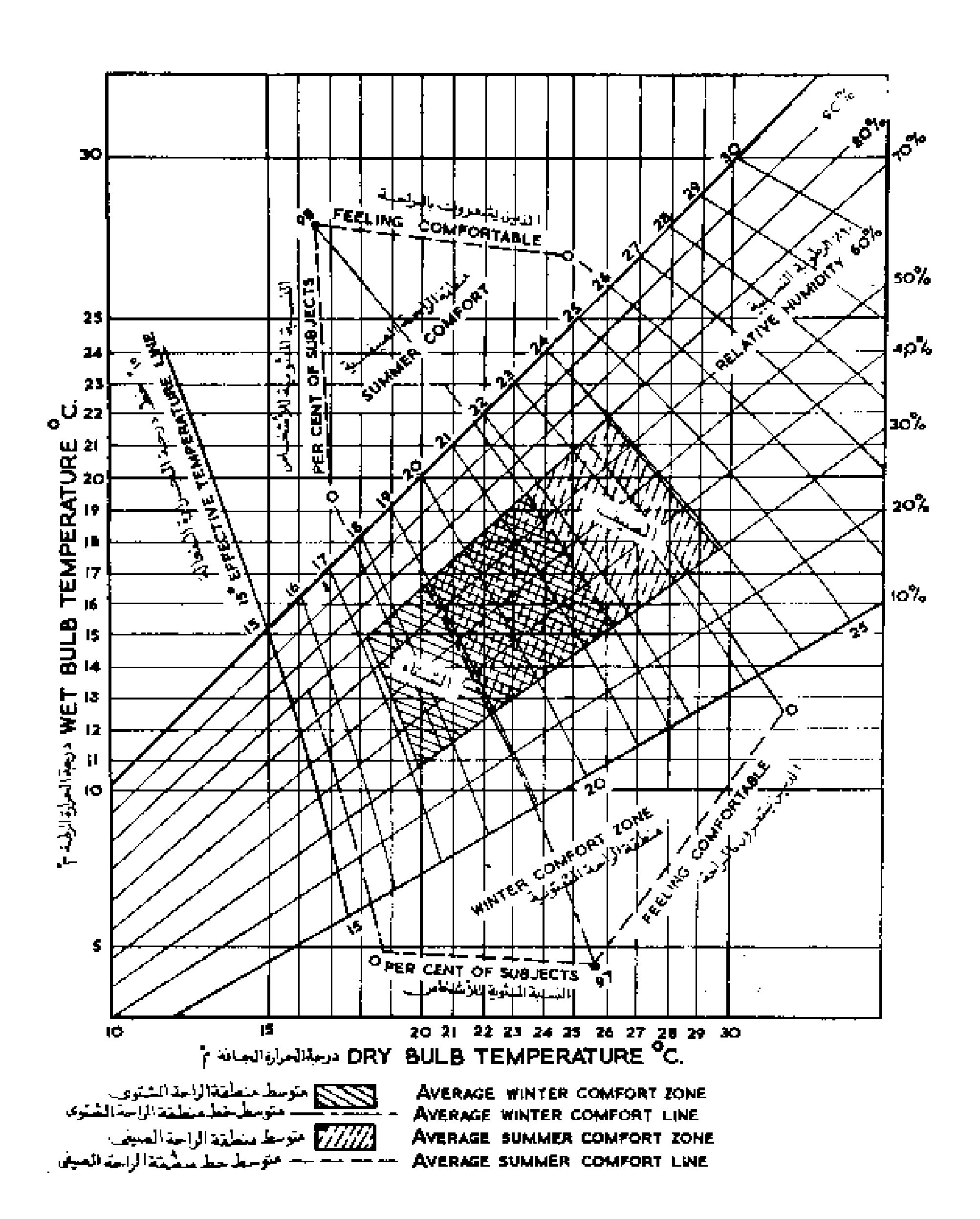
تجارب مختلفة على مجموعة من الأشخاص عرِّضوا لدرجات حرارة جافة ورطبة مختلفة فى مكان سرعة الهواء به تتراوح ما بين ١٥ و٢٥ قدمًا فى الدقيقة. ومنطقة الراحة التى حدّدت على الرسم عندما تكون الحالة الجوية خارج المكان الموجود به هؤلاء الأشخاص صيفية أطلق عليها «منطقة الراحة الصيفية» (Summer Comfort Zone)، بينما منطقة الراحة التى حدّدت على الرسم عندما تكون الحالة الجوية خارج المكان الموجود به هؤلاء الأشخاص شتوية أطلق عليها «منطقة الراحة الشتوية» (Winter Comfort Zone).

ومنطقة الراحة الشتوية تمتد من درجة حرارة فعالة مقدارها ٦٥°ف إلى ٧٣°ف «درجة فعالة»، بينما منطقة الراحة الصيفية تمتد من درجة حرارة فعالة مقدارها ٦٥°ف إلى ٧٨°ف «درجة فعالة». وهذه الدرجات الفعالة التى حدّدت منطقتى الراحة الشتوية والصيفية هى فى الحقيقة أقصى حدود هذه المناطق التى يشعر فيها شخص أو أكثر بالراحة. ولكن نظرا لأن عدد قليلا جدا من الأشخاص قد يشعر بالراحة عند تعرضه لدرجات الحرارة الفعالة الموجودة فى أقصى حدود مناطق الراحة، لذلك حُدّدت على الرسم كذلك الأجزاء من المناطق التى يشعر فيها أكثر من ٥٠٪ من الأشخاص المعرضين لها بالراحة ويطلق عليها متوسط مناطق الراحة. ومتوسط منطقة الراحة الشتوية «Average Winter Comfort Zone» يمتد من درجة حرارة فعالة مقدارها ٦٣° ف إلى درجة حرارة فعالة مقدارها ٧١°ف.

ويلاحظ من متوسط مناطق الراحة أن النسبة المئوية للأشخاص الذين يشعرون بالراحة تزداد بالتدريج كلما تقدمنا من خطوط درجات الحرارة الفعالة الموجودة فى أقصى حدود هذه المناطق إلى الخطوط التى تبين درجات الحرارة الفعالة الموجودة فى منتصف هذه المناطق والتى عندها يشعر حوالى ٩٧٪ إلى ٩٨٪ من الأشخاص المعرضين لها بالراحة. ويطلق على هذه الخطوط الموجودة فى منتصف هذه المناطق «خطوط الراحة» (Comfort Lines). فخط الراحة الصيفى هو المبين بدرجة الحرارة الفعالة ٧١°ف، بينما خط الراحة الشتوى هو المبين بدرجة الحرارة الفعالة ٦٦°ف.

هذا ولقد كان التغير فى نسبة الرطوبة المئوية للمكان الذى كانت تجرى التجارب به على مجموعة الأشخاص بواسطة جمعية مهندسى التدفئة والتبريد وتكييف الهواء الأمريكية ما بين ٣٠٪ و ٧٠٪. وهذا التغير فى نسبة الرطوبة كان يكفى لتحديد أقصى مناطق الراحة. وأثناء إجراء هذه التجارب شعر بعض الأشخاص المعرضين لها ببعض الجفاف عندما وصلت

نسبة الرطوبة المئوية إلى ٣٠٪ صيفا، وببعض الرطوبة الزائدة عندما وصلت نسبة الرطوبة المئوية إلى ٧٠٪ شتاء. وعلى العموم فإن معظم الأشخاص كانوا يشعـرون بالـراحة ولم يشعروا بالرطوبة عندما كانت تتغير نسبتها ما بين ٣٠٪ و ٦٠٪ عندما كانت تحفظ لهم درجة الحرارة المناسبة لكل حالة. هذا وخريطة مناطق الراحـة الظاهـرة فى الرسم رقم (١ - ١٠) وضعت بالدرجات المئوية.



رسم رقم (١-١٠) خريطة توضح مناطق الراحة وقد تم وضعها بالدرجات المئوية.

درجات الحرارة والرطوبة الواجب حفظها داخل المكان عند تصميم عمليات تكييف الهواء صيفا:

درجات الحرارة داخل المكان تحدد بواسطة درجة الحرارة الفعالة المطلوبة. وهذه تتوقف أيضا على درجة الحرارة الجافة الخارجية التى تختار عند التصميم، وكذلك على المدة التى يقضيها الشخص داخل المكان المكيف ورسومات خرائط مناطق الراحة السابق شرحها والتى تظهر فيها منطقة الراحة الصيفية عندما يتواجد الأشخاص داخل المكان المكيف لمدة ٣ ساعات أو أكثر. ولقد أثبتت التجارب كذلك أنه عندما يتواجد الأشخاص فى المكان المكيف مدة تقل عن ٣ ساعات فإن الصدمات التى تنشأ عن الفرق بين درجة حرارة الخارج ودرجة حرارة المكان المكيف تصبح ذات أهمية يلزم مراعاتها عند اختيار درجات الحرارة داخل المكان المكيف عند إجراء حسابات التصميم. والجدول رقم (٢) يجب أن يستعمل عندما تكون مدة تواجد الأشخاص فى المكان المكيف تزيد عن ٤٠ دقيقة.

هذا وفى حالة المحلات التجارية والمطاعم وما شابهها فإن مدة تواجد الأشخاص بداخلها تقل فى العادة عن ٤٠ دقيقة ولهذا يلزم رفع درجات الحرارة الفعالة داخل هذه الأماكن عند إجراء التصميم درجة واحدة فقط عن الدرجات المبنية فى الجدول رقم (٢) ولذلك يجب أن يستعمل فى هذه الحالة الجدول رقم (٣).

جدول رقم (٢) - درجات الحرارة الجافة والرطبة ونسبة الرطوبة المئوية والحرارة الفعالة الواجب حفظها داخل المكان المكيف بالنسبة لدرجة حرارة الخارج وعندما تكون مدة تواجد الأشخاص داخل المكان المكيف تزيد عن ٤٠ دقيقة

درجة حرارة الخارج ف°	درجات الحرارة ونسبة الرطوبة المئوية الواجب حفظها فى داخل المكان المكيف				
	درجة الحرارة الجافة ف°	درجة الحرارة الرطبة ف°	درجة التندى ف°	نسبة الرطوبة ٪	درجة الحرارة الفعالة
٨٠	٧٥	٦٦	٦١	٦١	٧١
	٧٦	٦٤	٥٧	٥٢	٧١
	٧٧	٦٣	٥٤	٤٥	٧١
	٧٨	٦١	٤٩	٣٦	٧١
٨٥	٧٧	٦٦	٦٠	٥٦	٧٢
	٧٨	٦٤	٥٥	٤٦	٧٢
	٧٩	٦٣	٥٢	٤٠	٧٢
	٨٠	٦١	٤٧	٣٢	٧٢
٩٠	٧٨	٦٧	٦١	٥٦	٧٣
	٧٩	٦٦	٥٨	٥٠	٧٣
	٨٠	٦٤	٥٤	٤٠	٧٣
	٨١	٦٣	٥١	٣٦	٧٣
٩٥	٧٨	٧٠	٦٦	٦٨	٧٤
	٧٩	٦٨	٦٢	٥٨	٧٤
	٨٠	٦٧	٦٠	٥١	٧٤
	٨٢	٦٥	٥٤	٣٩	٧٤
١٠٠	٨٠	٦٩	٦٦	٥٨	٧٥
	٨١	٦٨	٦١	٥٢	٧٥
	٨٢	٦٧	٥٩	٤٥	٧٥
	٨٧	٦٦	٥٦	٤٠	٧٥
١٠٥	٨١	٧٠	٦٥	٥٨	٧٥,٥
	٨٢	٦٩	٦٢	٥١	٧٥,٥
	٨٣	٦٧	٥٨	٤٤	٧٥,٥
	٨٤	٦٦	٥٥	٣٨	٧٥,٥

جدول رقم (٣) درجات الحرارة الجافة والرطبة النسبية والحرارة الفعالة الواجب حفظها داخل المكان المكيف بالنسبة لدرجة حرّارة الخارج وعندما تكون مدة تواجد الأشخاص داخل المكان المكيف تقل عن ٤٠ دقيقة

درجة حرارة الخارج ف°	درجات الحرارة ونسبة الرطوبة المئوية الواجب حفظها فى داخل المكان المكيف				
	درجة الحرارة الجافة ف°	درجة الحرارة الرطبة ف°	درجة التندى ف°	نسبة الرطوبة ٪	درجة الحرارة الفعالة
٨٠	٧٧	٦٥	٦٠	٥٦	٧٢
	٧٨	٦٤	٥٥	٤٦	٧٢
	٧٩	٦٢	٥٢	٤٠	٧٢
	٨٠	٦١	٤٧	٣٢	٧٢
٨٥	٧٨	٦٧	٦١	٥٦	٧٣
	٧٩	٦٥	٥٨	٥٠	٧٣
	٨٠	٦٤	٥٤	٤٢	٧٣
	٨١	٦٣	٥١	٣٦	٧٣
٩٠	٧٩	٦٨	٦٢	٥٨	٧٤
	٨٠	٦٧	٦٠	٥١	٧٤
	٨١	٦٦	٥٧	٤٥	٧٤
	٨٢	٦٥	٥٤	٣٩	٧٤
٩٥	٨٠	٦٩	٦٦	٥٨	٧٥
	٨١	٦٨	٦١	٥٢	٧٥
	٨٢	٦٧	٥٩	٤٥	٧٥
	٨٣	٦٦	٥٦	٤٠	٧٥
١٠٠	٨٢	٧٠	٦٤	٥٥	٧٦
	٨٣	٦٩	٦٢	٥٠	٧٦
	٨٤	٦٨	٥٩	٤٣	٧٦
	٨٥	٦٦	٥٤	٣٦	٧٦
١٠٥	٨٣	٧٠	٦٤	٥٣	٧٦,٥
	٨٤	٦٩	٦١	٤٧	٧٦,٥
	٨٥	٦٨	٥٩	٤٠	٧٦,٥
	٨٦	٦٧	٥٦	٣٦	٧٦,٥

درجات الحرارة والرطوبة الواجب حفظها داخل المكان عند تصميم عمليات تكييف الهواء شتاء:

درجات الحرارة الجافة التى يوصى باستعمالها عند تصميم عمليات تكييف الهواء شتاء لأنواع مختلفة من الأماكن مبنية فى الجدول رقم (٤). ففى الحالات التى يتواجد فيها الأشخاص فى مكان مكيف مدة طويلة، فإن درجة حرارة المكان يجب أن تكون من ٦٨°ف (٢٠°م) إلى ٧٢°ف (٢٢,٢°م) درجة حرارة جافة، وبمتوسط قدره ٧٠°ف (٢١,١°م). وفى العادة يجب أن تحفظ نسبة الرطوبة المئوية بحيث لا تقل عن ٣٠٪ وفى حالات قليلة عندما يكون الجو الخارجى باردا جدا يجب أن لا تقل عن ٤٠٪.

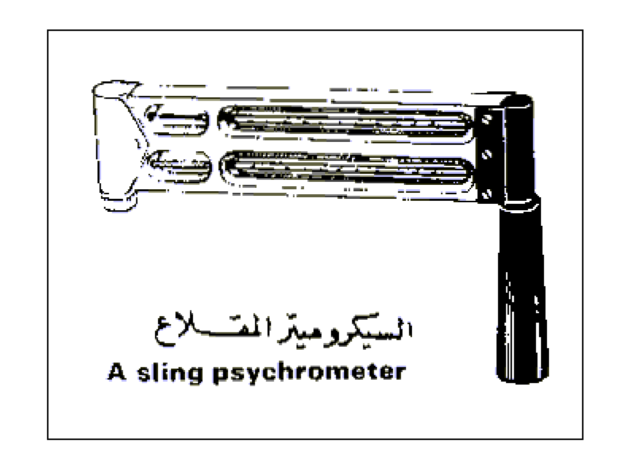
جدول رقم (٤) درجات الحرارة الجافة التى يوصى بحفظها داخل الأماكن المكيفة شتاء

نوع المكان	درجة الحرارة الجافة التى يوصى بحفظها ف° (م°)
منازل	٧٠ - ٧٢ (٢١,١ - ٢٢,٢)
محلات تجارية	٦٥ - ٦٨ (١٨,٣ - ٢٠)
مكاتب	٦٨ - ٧٢ (٢٠ - ٢٢,٢)
مسارح أو دور عرض	٦٨ - ٧٢ (٢٠ - ٢٢,٢)
مدارس	٧٠ - ٧٢ (٢١,١ - ٢٢,٢)
قاعات ألعاب رياضية	٦٠ (١٥,٦)
قاعات اجتماعية	٦٥ (١٨,٣)
مستشفيات	٧٢ - ٧٥ (٢٢,٢ - ٢٣,٩)
غرف العمليات بالمستشفيات	٧٠ - ٩٥ (٢١,١ - ٣٥)
مصانع	٦٥ (١٨,٣)
ورش آلات	٦٠ - ٦٥ (١٥,٦ - ١٨,٣)

الخريط السيكرومترية واستعمالها فى حساب عمليات تكييف الهواء

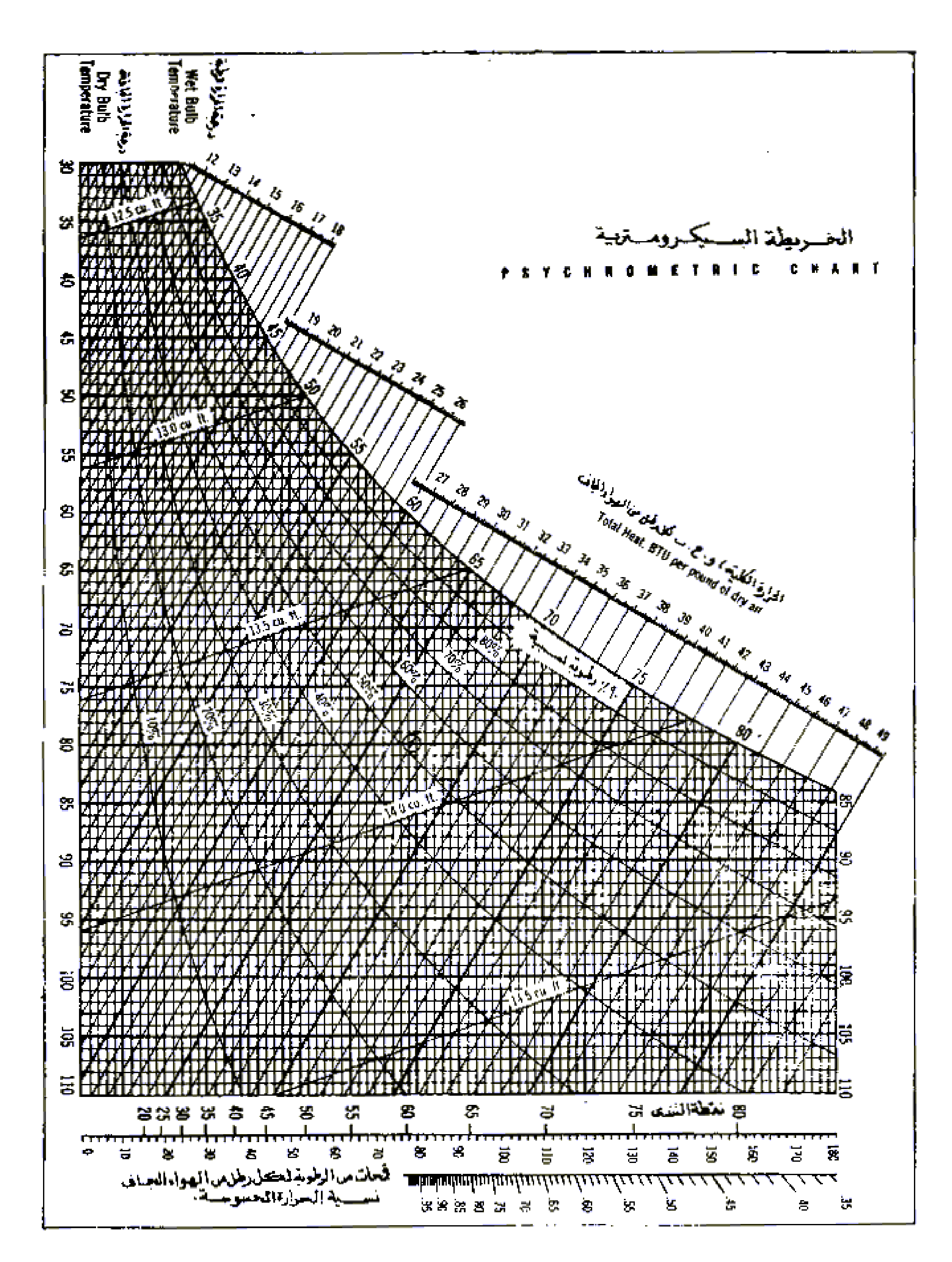
Psychrometric Chart

إن السيكرومترية هي دراسة خواص وحالات مخلوط الهواء وبخار الماء. ونظرًا لأن كمية بخار الماء الموجودة فى الهواء وهى الرطوبة لها أهمية كبيرة بالنسبة لعمليات تكييف الهواء المختلفة، لهذا كان من الواجب إيجاد طريقة مناسبة سهلة لقياس هذه الكمية. ولقد أمكن ذلك باستعمال الجهاز المسمّى بالسيكروميتر المقلاع (Sling Psychrometer) الذى يظهر شكله فى الرسم رقم (١ - ١١)، حيث يمكن بواسطته قياس كلٍّ من درجة الحرارة الجافة



رسم رقم (١-١١) السيكروميتر المقلاع الذى يمكن بواسطة قياس كل من درجة الحرارة الجافة والرطبة لإيجاد الرطوبة النسبية الموجودة بالهواء.

والرطبة للهواء فى نفس الوقت، نظراً لأنه يشتمل على ترمومتر لقياس درجة الحرارة الجافة، وترمومتر آخر لقياس درجة الحرارة الرطبة، والترمومترين مركبين على قاعدة واحدة متصل بها يد يمكن بواسطتها إدارة هذه القاعدة فى الهواء بحيث نجعل الهواء يمر فوق الترمومترين الجاف والرطب بسرعة مقدارها حوالى ٥٠٠ قدم فى الدقيقة لإمكان أخذ قراءات دقيقة من هذا الجهاز. وبمعرفة كل من درجة الحرارة الجافة والرطبة للهواء فإنه يمكن معرفة خواص الهواء الأخرى إمّا باستعمال الجداول السيكرومترية أو الخريطة السيكرومترية التى يظهر شكلها فى الرسم رقم (١ - ١٢). وهذه الخريطة عبارة عن رسم بيانى يبيّن العلاقة بين درجة الحرارة الجافة والرطبة ودرجة التندى والرطوبة النسبية، كما يبيّن لنا أيضًا الحرارة الكلية لكل درجة حرارة رطبة، وكذلك كمية بخار الماء بالقمحات (Grains) لكل رطل من الهواء الجاف عند درجات التندى المختلفة. ومن هذه الخريطة يمكن أيضاً معرفة الحجم النوعى



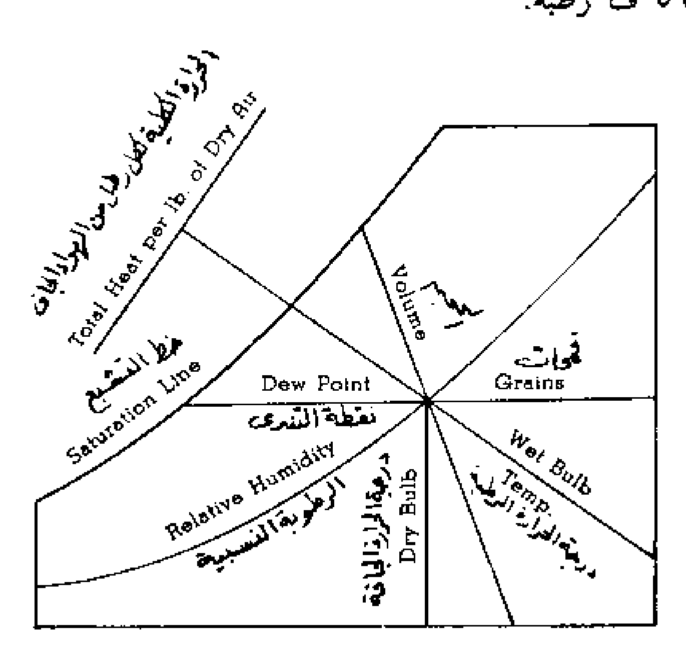
رسم رقم (١-١٢) الخريطة السيكرومترية.

لكلٍّ من الهواء الجاف والمشبع وكذلك معامل الحرارة المحسوسة. ولما لهذه الخريطة من أهمية كبرى بالنسبة لمهندسي ومصممي عمليات تكييف الهواء، لهذا يجب فهم تركيبهـا وطرق استخدامها جيدًا. هذا وتوجد أشكال متعدّدة لهذه الخريطة من ناحية تركيبها، ولكن النظرية والبيانات التي على أساسها قد رسمت هذه الخرائط جميعها واحدة. والخريطة السيكرومترية

التى سنقوم بإعطاء فكرة مبسطة عنها هنا تعتبر من أبسط أنواع هذه الخرائط. ويظهر تركيب خطوطها الرئيسية الرسم الهيكلى المبسط رقم (١ - ١٣). وبواسطة استعمال هذه الخريطة يمكن لمهندسى تكييف الهواء أن يوضّحوا ويجدوا حلولاً لعمليات تكييف الهواء المختلفة كما هو مبين فى الأمثلة الآتية:

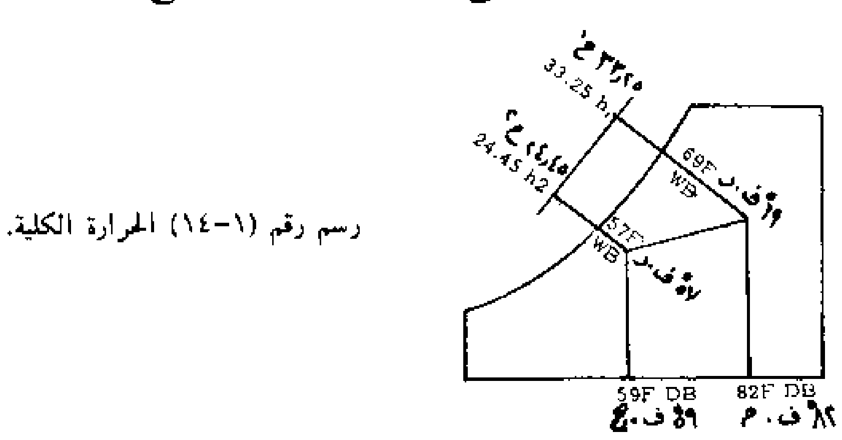
مثال (١)- الحرارة الكلية (Total Heat):

المطلوب إيجاد حمل الحرارة الكلية لتبريد ٦٠٠٠ قدم مكعب/الدقيقة من الهواء درجة حرارته عند دخوله ملف التبريد ٨٢°ف جافة و٦٩°ف رطبة. وعند خروجه من ملف التبريد تكون درجة حرارته ٥٩°ف و٥٧°ف رطبة.



رسم رقم (١-١٣) رسم هيكلى مبسط يوضح الخطوط الرئيسية التى تظهر على الخريطة السيكرومترية.

الخطوات: نقوم بتوقيع حالات دخول وخروج الهواء على الخريطة السيكرومترية كما هو مبين بالرسم رقم (١ -١٤)، ونقرأ الحرارة الكلية لهذه الحالات فنجد أنها ٣٣,٢٥ و.ح.ب/رطل للهواء الداخل و٢٤,٤٥ و.ح.ب/رطل للهواء الخارج.



رسم رقم (١-١٤) الحرارة الكلية.

الحرارة الكلية التى يجب أن تزال = قدم مكعب/الدقيقة × ٤,٥ × (ح ك١ − ح ك٢)

= ٦٠٠٠ × ٤,٥ × (٣٣,٢٥ − ٢٤,٤٥)

= ٢٣٧٦٠٠ و.ح.ب / ساعة.

ملاحظة:

٤,٥ تعادل ٦٠ دقيقة/١٣,٤ قدم مكعب للرطل.

(١٣,٤ قدم مكعب للرطل هو الحجم النوعى للهواء العادى).

درجة حرارة جافة.

مثال (٢) – معامل الحرارة المحسوسة (Sensible Heat Factor):

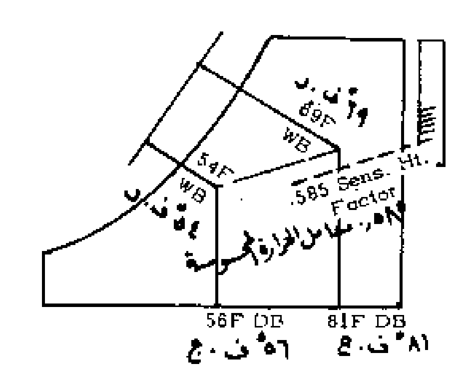
باستعمال معامل الحرارة المحسوسة فإنه يمكن بسهولة إيجاد النسبة بين الحرارة المحسوسة وحرارة الحمل الكلية.

المطلوب إيجاد معامل الحرارة المحسوسة للهواء عندما يدخل ملف التبريد ودرجة حرارته ٨١°ف جافة و٦٩°ف رطبة، وتكون درجة حرارته عندما يترك ملف التبريد ٥٦°ف جافة و٥٤°ف رطبة. والحرارة الكلية للحمل هى ٦٤٠٠٠٠ و.ح.ب/الساعة.

الخطوات:

نقوم بتوقيع حالات دخول وخروج الهواء على الخريطة السيكرومترية كما هو مبين بالرسم رقم (١ – ١٥)، ثم نمدّ خطًا مستقيماً يصل بين هاتين النقطتين على الخريطة. نحدّد نسبة الحرارة المحسوسة الدالة عند ٨٠°ف جافة و٦٧°ف رطبة، ويمدّ خط يمر بهذه النقطة الدالة ويوازى الخط الواصل بين نقطتى حالات دخول وخروج الهواء، ثم يُمدُّ هذا الخط

رسم رقم (١–١٥) معامل الحرارة المحسوسة.



وتستعمل نقطة تندى الجهاز لتحديد كميات الهواء الإضافية اللازمة بالنسبة لجودة ماف التبريد.

المطلوب إيجاد نقطة تندى الجهاز للهواء عندما يدخل بدرجة قدرها ٨٢° ف جافة و٦٨°ف رطبة ويخرج بدرجة قدرها ٥٩°ف جافة و٥٧°ف رطبة.

الخطوات:

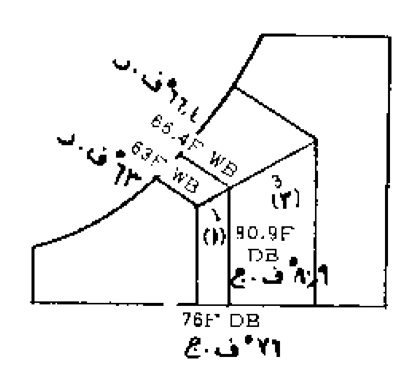
بتتبع الخطوات السابق شرحها تكون نقطة تندى الجهاز المبينة على الخريطة هى ٥٤,٥.

مثال (٥)- مخلوط من أحجام مختلفة من الهواء (Mixture of Air Volumes)

المطلوب إيجاد درجة الحرارة الجافة والرطبة لمخلوط من الهواء الداخلى قدره ٧٥٠٠ قدم مكعب/الدقيقة ودرجة حرارته ٧٦° ف جافة و٦٣° ف رطبة وذلك عندما يخلط مع ٢٥٠٠ قدم مكعب/الدقيقة من الهواء الخارجى عندما يدخل بدرجة قدرها ٩٥°ف جافة و٧٥°ف رطبة

الخطوات:

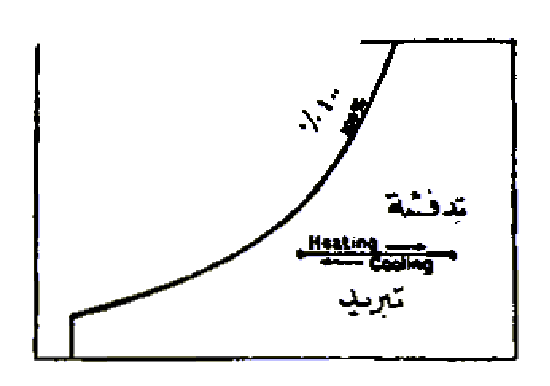
نقوم بتوقيع حالات الهواء الداخلى والخارجى على الخريطة السيكرومتريه كما هو مبين بالرسم رقم (١ - ١٨)، ثم نمدّ خطًّا يصل بين النقطتين. النسبة بين كمية الهواء الداخلى والخارجى هى ٣ إلى ١. نقوم بتقسيم هذا الخط إلى أربعة أقسام متساوية. وبأخذ قسم واحد من ناحية حالة الهواء الداخلى فإن هذه النقطة تدلّ على حالات الهواء المخلوط التى تكون ٨٠,٩°ف جافة و٦٦,٤°ف رطبة.



رسم رقم (١-١٨) مخلوط من أحجام مختلفة من الهواء.

رسم عمليات تكييف الهواء بواسطة الخريطة السيكرومترية

Airconditioning Process

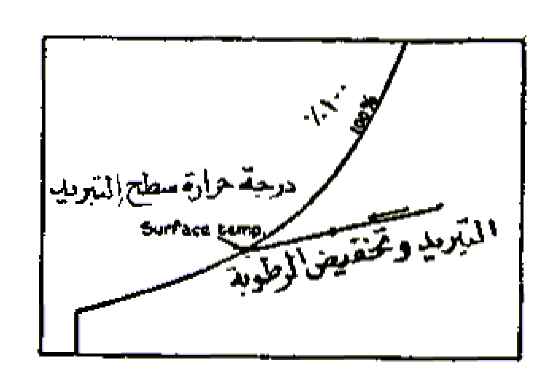


رسم رقم (١-١٩)
عملية التبريد والتدفئة المحسوسة

عملية التبريد والتدفئة المحسوسة - رسم رقم (١ - ١٩) :Sensible Heating and Cooling

عملية التبريد والتدفئة المحسوسة تحدّد على الخريطة السيكرومترية بالخط المستقيم الأفقى الواصل بين نقطتى درجات الحرارة الجافة التى تحدد العملية. وهذه العملية تُميز بالتغيير فى درجة الحرارة الجافة، والرطوبة النسبية، ودرجة الحرارة الرطبة، والحرارة الكلية، والحجم النوعى. ولا يحدث تغيير فى كمية بخار الماء ولا درجة حرارة التندى ولا ضغط بخار الماء.

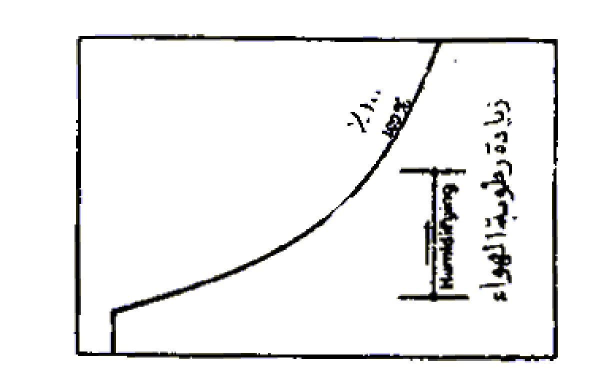
عملية التبريد وتخفيض الرطوبة الزائدة من الهواء - رسم رقم (١ - ٢٠): :Cooling and Dehumidification.



رسم رقم (١-٢٠)
عملية التبريد وتخفيض الرطوبة الزائدة من الهواء

عملية التبريد وتخفيض الرطوبة الزائدة تُحـدّد على الخـريطة السيكـرومتريـة بالخط المستقيم الذى يرسم بين النقطة التى تُحدِّد حالة الهواء الابتدائية والنقطة الموجودة على الخط المنحنى الذى يبين الرطوبة النسبية ١٠٠٪ والتى تحدد حرارة سطح التبريد. وتستعمل هذه الطريقة عندما تكون درجة حرارة سطح التبريد أقل من درجة حرارة التندى الابتدائية. وتتوقف الحالة النهائية للهواء على الحرارة الكلية التى رفعت من الهواء. وهذه العملية تميز بتغيير جميع خواص الهواء

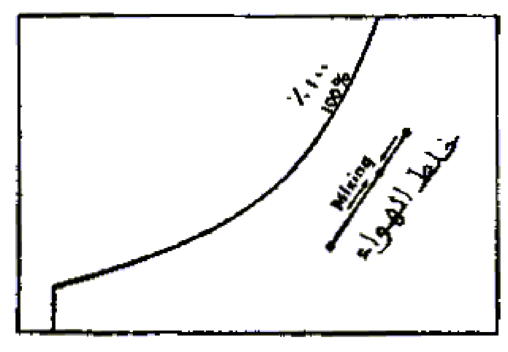
زيادة الرطوبة للهواء – رسم رقم (١ – ٢١). Humidifying:



رسم رقم (١-٢١) زيادة الرطوبة للهواء.

عملية زيادة الرطوبة للهواء بدون تغير فى درجة حرارته تُحدد بالخط المستقيم الرأسى لدرجة الحرارة الجافة الواصل بين النقطتين اللتين تحدّدان بالتغير فى كمية بخار الماء أثناء هذه العملية. وهذه العملية تُميز بزيادة الرطوبة النسبية، ودرجة الحرارة الرطبة، والحرارة الكلية، والحجم النوعى، وكمية بخار الماء، ودرجة حرارة التندى، وضغط بخار الماء للهواء.

خلط الهواء – رسم رقم (١ – ٢٢). Mixing:

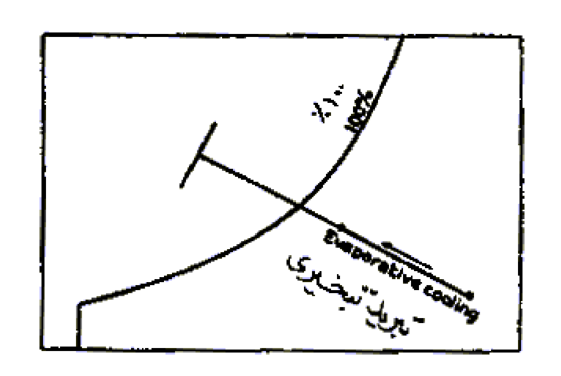


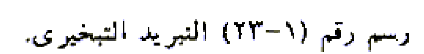
رسم رقم (١-٢٢) خلط الهواء.

عملية خلط كمية من الهواء بحالة ما مع كمية أخرى من الهواء بحالة أخرى تُحدد بالخط

المستقيم المرسوم بين النقطتين التى تدل على حالة كل كمية من الهواء. وحالة مخلوط الهواء تقع على هذا الخط عند نقطة تُحدد بالوزن النسبى للهواء المخلوط.

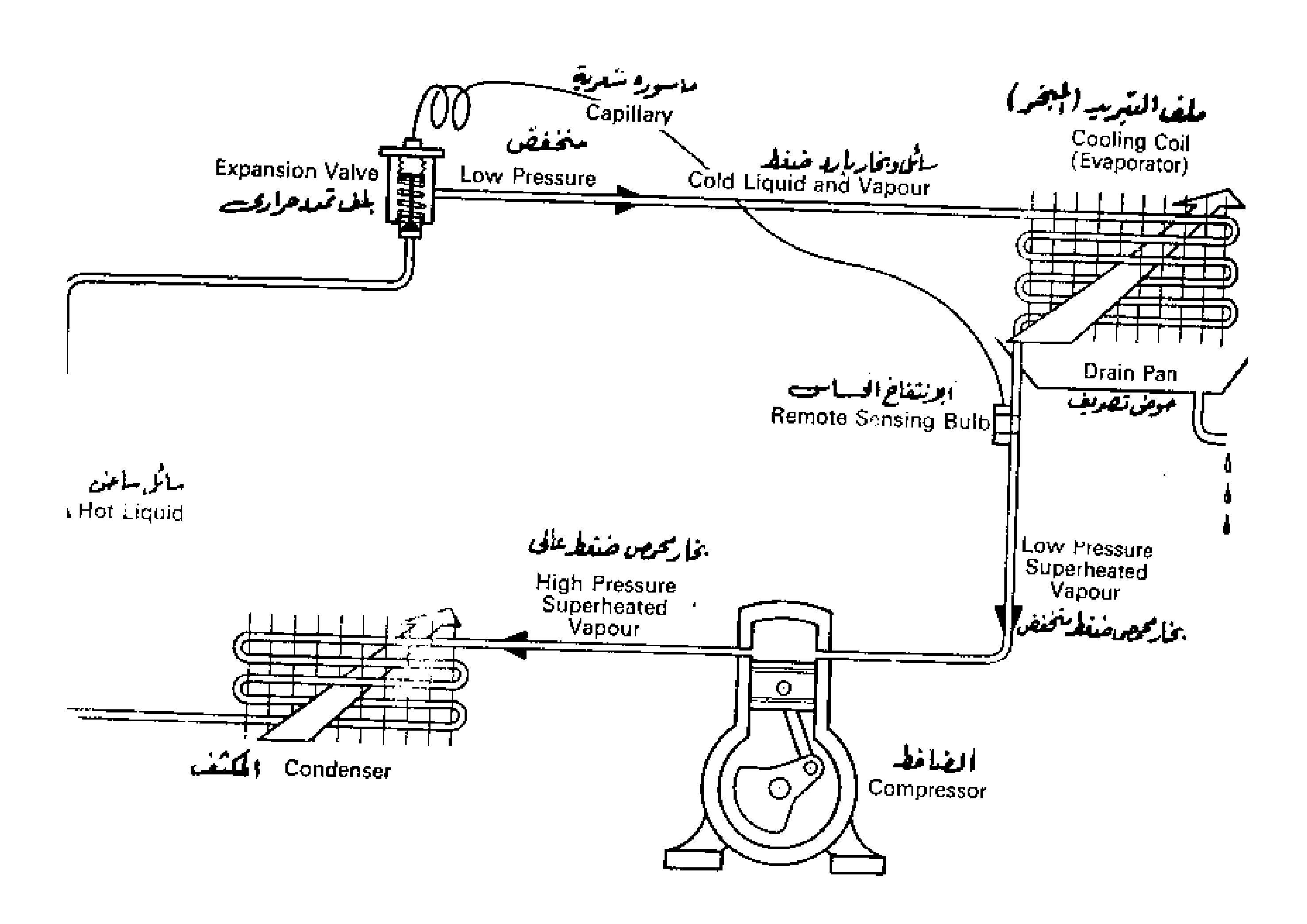
التبريد التبخيرى - رسم رقم (١ - ٢٣). Evaporative Cooling :




رسم رقم (١-٢٣) التبريد التبخيرى.

عملية التبريد التبخيرى للهواء التى تنتج من إمراره على رذاذ الماء التى تكون درجة حرارته مساوية لدرجة الحرارة الرطبة للهواء تُحدد بالخط المستقيم المرسوم على خط درجة الحرارة الرطبة الواصل بين النقطتين اللتين تحدّدان هذه العملية. وفى هذه العملية لا يحدث تغيير فى الحرارة الكلية للهواء نظرًا لأن الحرارة المحسوسة التى رفعت من الهواء تعاد إليه على شكل حرارة كامنة بزيادة كمية بخار الماء، ودرجة حرارة التندى، وضغط بخار الماء. وبدون تغيير فى درجة الحرارة الرطبة.

الفصل الثانى



دورة التبريد

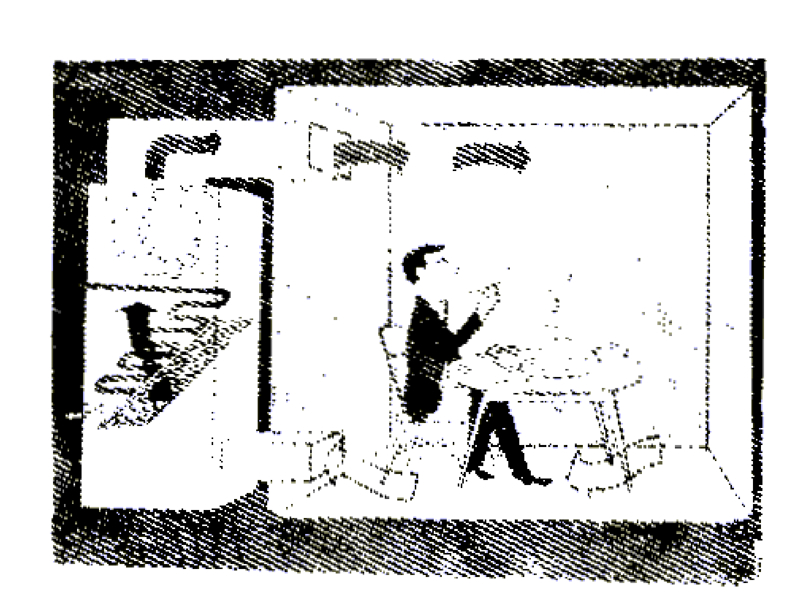
الفصل الثانى

دورة التبريد

لكى يكون لدينا فكرة واضحة عن تكييف الهواء واستعمالاته العديدة، يجب أن نلم أوّلاً بالمبادئ الأساسية لعلم التبريد الذى يحقق عملية التبريد وإزالة الرطوبة الزائدة الموجودة فى الهواء.

وبواسطة الرسومات المبسّطة التوضيحية التى سنقدّمها فى هـذا الفصل من الكتـاب سنتمكن من فهم هذه المبادئ الأوّلية الأساسية لدورة التبريد.

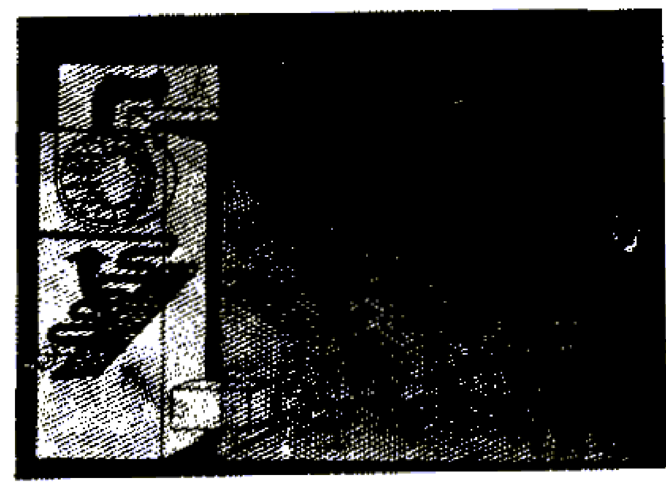
– عند الكلام عن تكييف الهواء هناك سؤال دائم يتمّ طرحه؛ وهو «ما الذى يجعل المبخر أو ملف التبريد الموجود بجهاز تكييف الهواء باردًا؟». الرسم رقم (٢ – ١).



رسم رقم (٢-١)

– وفى الحقيقة يكون ذلك بسبب غليان مركب التبريد الموجود داخل هذا الملف. دعونا نرى هنا كما هو موضح بالرسم رقم (٢ – ٢) كيف يتم ذلك، لنتفهم العملية الأساسية التى وراء ذلك.

– ... سنبدأ بوعاء يحتوى على كمية من الماء. فعندما يمتص هذا الماء حرارة، فإن درجة حرارته ترتفع حتى تصل إلى نقطة الغليان. والحرارة التى تمتصّ أثناء تغير درجة حرارة الماء يطلق عليها الحرارة المحسوسة(Sensible Heat) كما هو موضح بالرسم رقم (٢ – ٣).



رسم رقم (٢-٢)



رسم رقم (٢-٣)

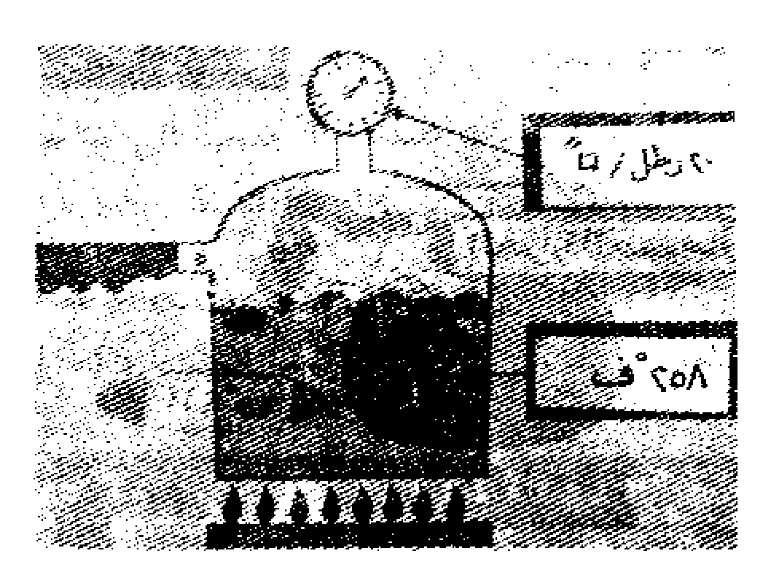
- وأثناء غليان الماء، فإنه يظلّ يمتصّ حرارة أكثر، ولكن لا تتغير درجة الحرارة. هذه الحرارة يطلق عليها الحرارة الكامنة(Latent Heat) نظرًا لأنه لا يمكن قياس أى تغير. وبدلاً من رفع درجة الحرارة، فإن هذه الحرارة تستعمل فى تغير الماء من سائل إلى بخار.

ويمكن أن نطلق على هذا الأساس الأوّل للتبريد... قابلية السائل على امتصاص كمية كبيرة من الحرارة أثناء تبخره. ويوضح ذلك الرسم رقم (٢ - ٤).



رسم رقم (٢-٤)

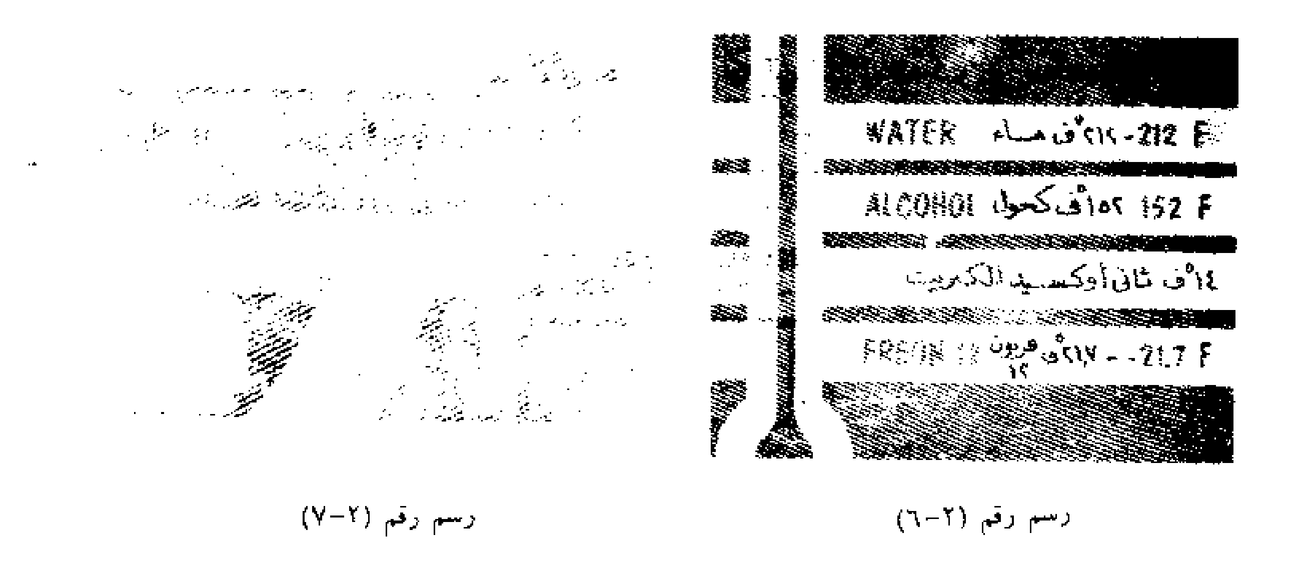
– إن الأساس الثانى هو أنه يمكننا تغيير نقطة غليان السائل بتغيير الضغط الواقع عليه. فمثلاً الماء الواقع تحت ضغط قدره ٢٠ رطلاً على البوصة المربعة أعلى الضغط الجوى العادى يغلى عند ٢٥٨°ف بدلاً من عند ٢١٢°ف. فإذا كان الضغط أقل من الضغط الجوى العادى، فإنه يغلى عند أقل من ٢١٢°ف. وبرفع الضغط فإن نقطة الغليان ترتفع... وبتخفيض الضغط تنخفض نقطة الغليان. إن الماء له نفس خواص مركب التبريد، فيما عدا عائق واحد كبير، وهو أن نقطة غليانه أعلى بكثير من مركب التبريد. الرسم رقم **(٢ – ٥)**.



رسم رقم (٢–٥)

– ولكن هناك سوائل أخرى لها نقطة غليان أقل عند الضغط الجوى العادى. فالكحول يغلى عند ١٥٢°ف. إن ثانى أوكسيد الكبريت، مركب التبريد الذى استعمل منذ سنين عديدة مضت فى الثلاجات المنزلية يغلى عند ١٤°ف. ومركب التبريد – ١٢ يغلى عند – ٢١,٧°ف عند الضغط الجوى. ونظرًا لأن مركب التبريد – ١٢ هو أحد مركبات التبريد الشائعة الاستعمال فى أجهزة تكييف الهواء، فإننا سنستعمله هنا كمثال، وسنرى ماذا يحدث داخل ملف التبريد. الرسم رقم **(٢ – ٦)**.

– يطلق على ملف التبريد أيضًا المبخر، نظرًا لأن مركب التبريد يغلى أو يتبخر داخل الملف أثناء امتصاصه الحرارة من الهواء الذى يمرّ فوق الملف. وكما نرى أنه يمتصّ قدرًا كبيرًا من الحرارة أثناء تبخره. ويستمر مركب التبريد فى الغليان أثناء سريانه خلال الملف حتى يتبخر كلية، وبذلك يتحول من سائل بارد إلى غاز بارد عند امتصاصه الحرارة. ومن ذلك نجد أن عملية التبريد هى كل ما يحدث فى المبخر الموجود بدائرة التبريد. الرسم رقم **(٢ – ٧)**.



رسم رقم (٢-٦)

رسم رقم (٢-٧)

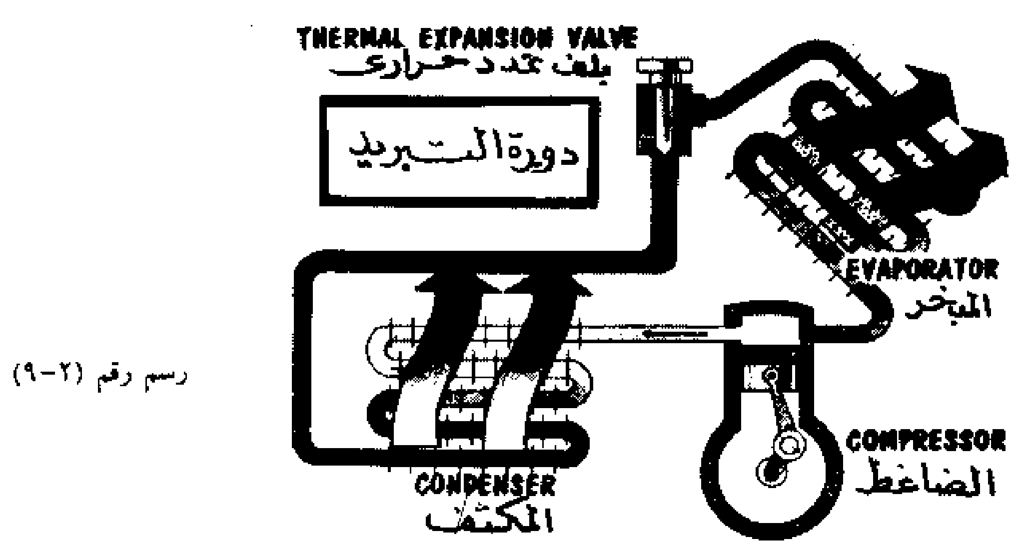
- فإذا كان لدينا كمية غير محددة من مركب التبريد، وكان ثمنها ليس باهظًا، فإنه يمكننا أن نستمر فى تغذية الملف بمركب التبريد... وتبعًا لذلك فإننا لا نحتاج إلى أجزاء أخرى تركب بالدائرة الرسم رقم (٢ - ٨).



رسم رقم (٢-٨)

- إن الأجزاء الأخرى التى تركب بدائرة التبريد تتيح لنا إمكانية إعادة استخدام مركب التبريد. وبالإضافة إلى المبخّر، فإن الأجزاء الأخرى التى تركب بالدائرة تشمل الضاغط، وطرازًا خاصًا من المكثف، وطرازًا خاصًا من وحدات التمدّد... وفى هذه الحالة بلف تمدد حرارى. إن الغرض من تواجد هذه الأجزاء هو إزالة الحرارة التى يكون مركب التبريد قد امتصها، وتتيح للمبخر إعادة استخدام مركب التبريد بصفة مستمرة. ومن

المبخر، حيث يكون مركب التبريد الآن على هيئة بخار، كما سنتذكر... يذهب أولاً إلى الضاغط. الرسم رقم (٢ - ٩).



رسم رقم (٢-٩)

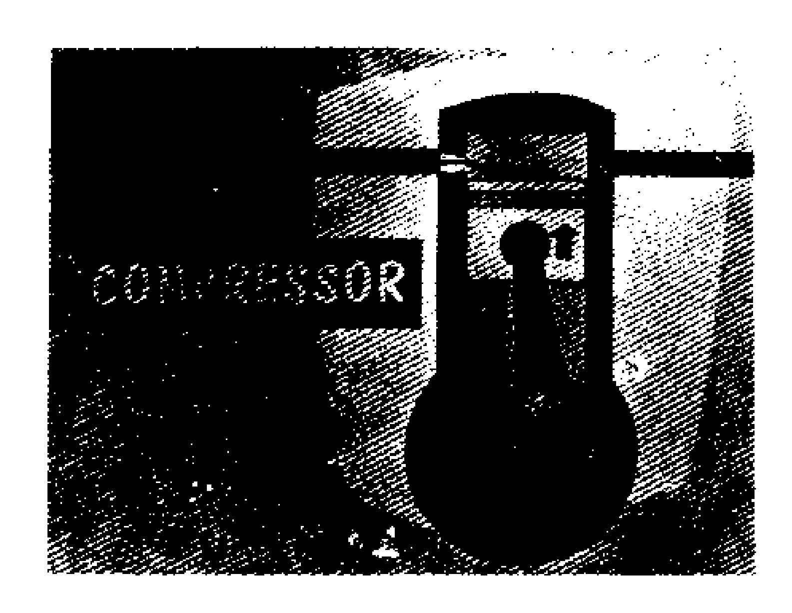
- سنعرف هنا ماذا يفعل الضاغط: أوّلاً يقوم بسحب غاز مركب التبريد البارد من المبخر بأسرع ما يمكن بعد تبخره، وذلك خلال وصلة من المواسير يطلق عليها «خط السحب -Suction Line ». وبذلك يعمل الضاغط على المحافظة على الضغط الموجود بالمبخر عند المستوى المطلوب... وفى هذه الحالة عند ٤٠ رطلاً على البوصة المربعة. الرسم رقم (٢ - ١٠).



رسم رقم (٢-١٠)

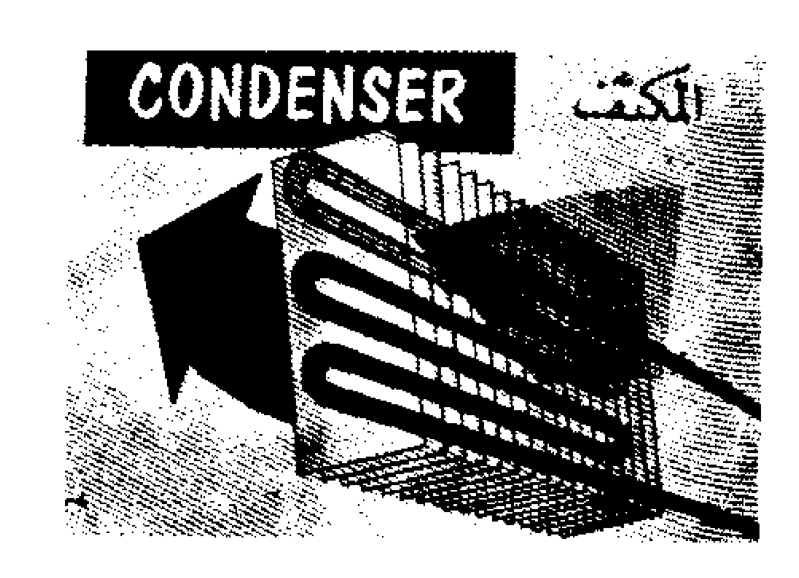
- إن العمل الآخر للضاغط، هو القيام برفع ضغط غاز مركب التبريد، حيث يمكن تكثيفه، أو إرجاعه مرة أخرى إلى الحالة السائلة. وكما رأينا فإن رفع الضغط يعمل على رفع

نقطة الغليان أو التبخر. ونظرًا لأن التكاثف ما هو إلاّ العملية العكسية للتبخر، فإننا عندما نقوم برفع الضغط نقوم أيضًا برفع درجة حرارة التكاثف. وفى نفس الوقت نقوم برفع درجة حرارة غاز مركب التبريد الحقيقية. إن ذلك يعتبر خطوة هامة فى دورة التبريد. الرسم رقم (٢ - ١١).



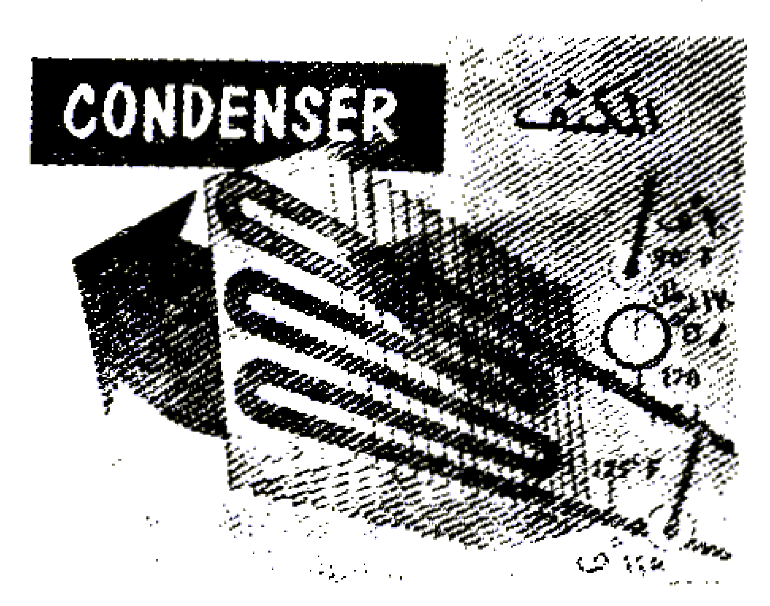
رسم رقم (٢-١١)

- ونظرًا لأن غاز مركب التبريد الساخن يكون الآن قد دُفع خلال المكثف. وحيث إن الهواء أو الماء عند درجة الحرارة العادية يستعمل لإزالة الحرارة من مركب التبريد، فإن درجة حرارة الغاز يجب أن تكون أعلى من درجة حرارة الهواء أو الماء... وإلاّ فإنه لا يمكن إزالة الحرارة من مركب التبريد. فمثلاً... الرسم رقم (٢ - ١٢).



رسم رقم (٢-١٢)

- ... إذا كانت درجة حرارة الهواء قدرها ٩٠°ف،يجب أن تكون درجة حرارة التكاثف أعلى من ٩٠°ف... تكون مثلاً ١٢٥°ف... لإحداث سريان الحرارة من مركب التبريد إلى الهواء. وعند درجة حرارة تكاثف قدرها ١٢٥°ف، فإن ضغط المقياس يجب أن يكون حوالى ١٧٠ رطلاً على البوصة المربعة. إن الأساس هو نفسه بالنسبة لكل المكثفات التى يتم تبريدها بالهواء أو الماء. الرسم رقم (٢-١٣).



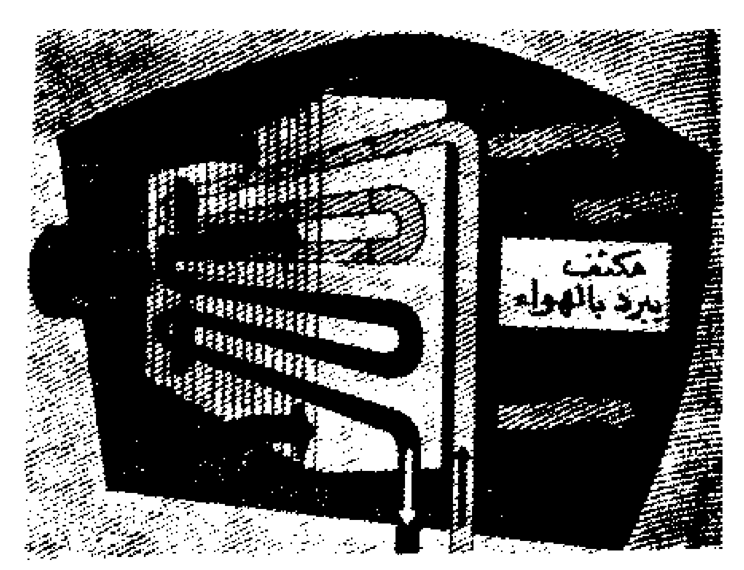
رسم رقم (٢-١٣)

- فى المكثف الذى يتم تبريده بالماء، فإن هذا الماء يمر خلال ملف مواسير المكثف ويحيط مركب التبريد بهذا الملف المركب داخل غلاف المكثف. ونتيجة لذلك فإن الحرارة التى تكون داخل الغرفة المكيفة الهواء تؤخذ منها عن طريق جهاز تكييف الهواء الخاص بهذه الغرفة، ويطرد هذا الماء إلى بالوعة أو يتم تبريده بواسطة برج تبريد (Cooling Tower) لإعادة استعماله. الرسم رقم (٢-١٤).



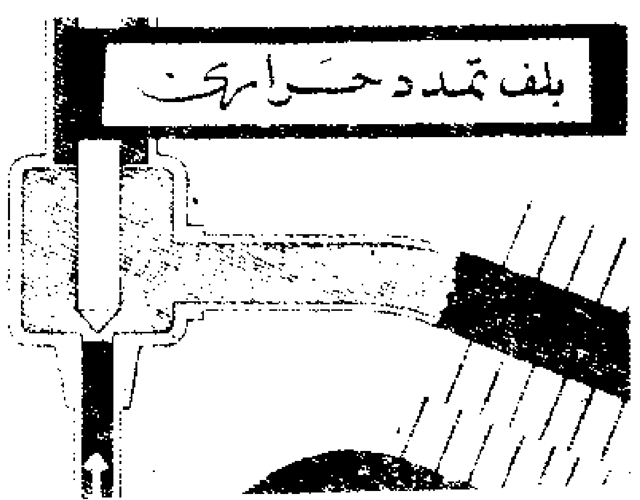
رسم رقم (٢-١٤)

– ويقوم المكثف الذى يتم تبريده بالهواء بطرد الحرارة إلى الهواء الخارجى.وأيًّا كانت طريقة التكاثف المستخدمة، فإننا الآن نكون قد رفعنا من مركب التبريد جميع الحرارة التى تكون قد امتصّت فى المبخر. ومركب التبريد بدلًا من كونه غازًا ساخنًا عند خروجه من الضاغط، يكون الآن سائلًا ساخنًا... ويزال واقعًا تحت ضغط عال. ونستمر فى الدورة... الرسم رقم (٢ - ١٥).



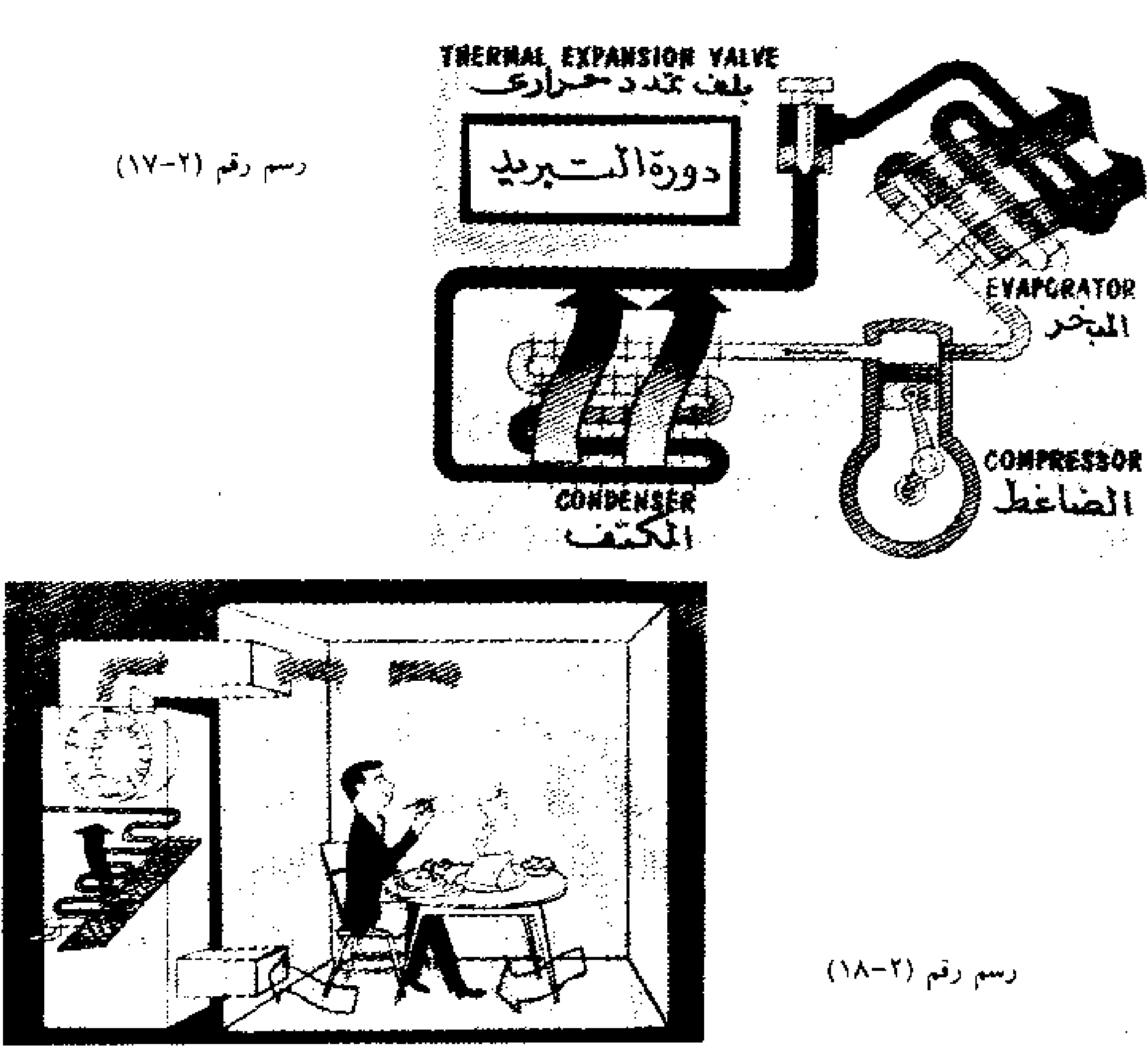

رسم رقم (٢-١٥)

– ... يمر سائل مركب التبريد من المكثف إلى بلف التمدد الحرارى، حيث يعود إلى المبخر. وعند بلف التمدد الحرارى يحدث تغير مباشر، نظرًا لأن الضغط حتى مكان البلف يكون أكبر من الضغط الموجود داخل المبخر، فيتمدد بسرعة كبيرة مركب التبريد... ويتبخر جزئيًّا عند دخوله المبخر. وذلك يؤدّى إلى تغيره من سائل ساخن إلى مخلوط من السائل البارد والبخار، نظرًا لأننا عند تخفيض الضغط نعمل أيضًا على تخفيض درجة الحرارة. الآن نكون مستعدين فى البدء فى امتصاص الحرارة مرة أخرى الرسم رقم (٢ - ١٦).



رسم رقم (٢-١٦)

– وتستمر دورة التبريد... بامتصاص مركب التبريد للحرارة من الهواء أثناء غليانه داخل المبخر... يقوم الضاغط برفع ضغط ودرجة حرارة غاز مركب التبريد... ويقوم المكثف بإزالة الحرارة، حيث يتحوّل البخار مرة أخرى إلى سائل... ويعمل بلف التمدد الحرارى على تخفيض الضغط لتحويل سائل مركب التبريد الساخن إلى سائل بارد فى المبخر. إن ذلك هو كل شىء عن دورة التبريد. الرسم رقم (٢ – ١٧).



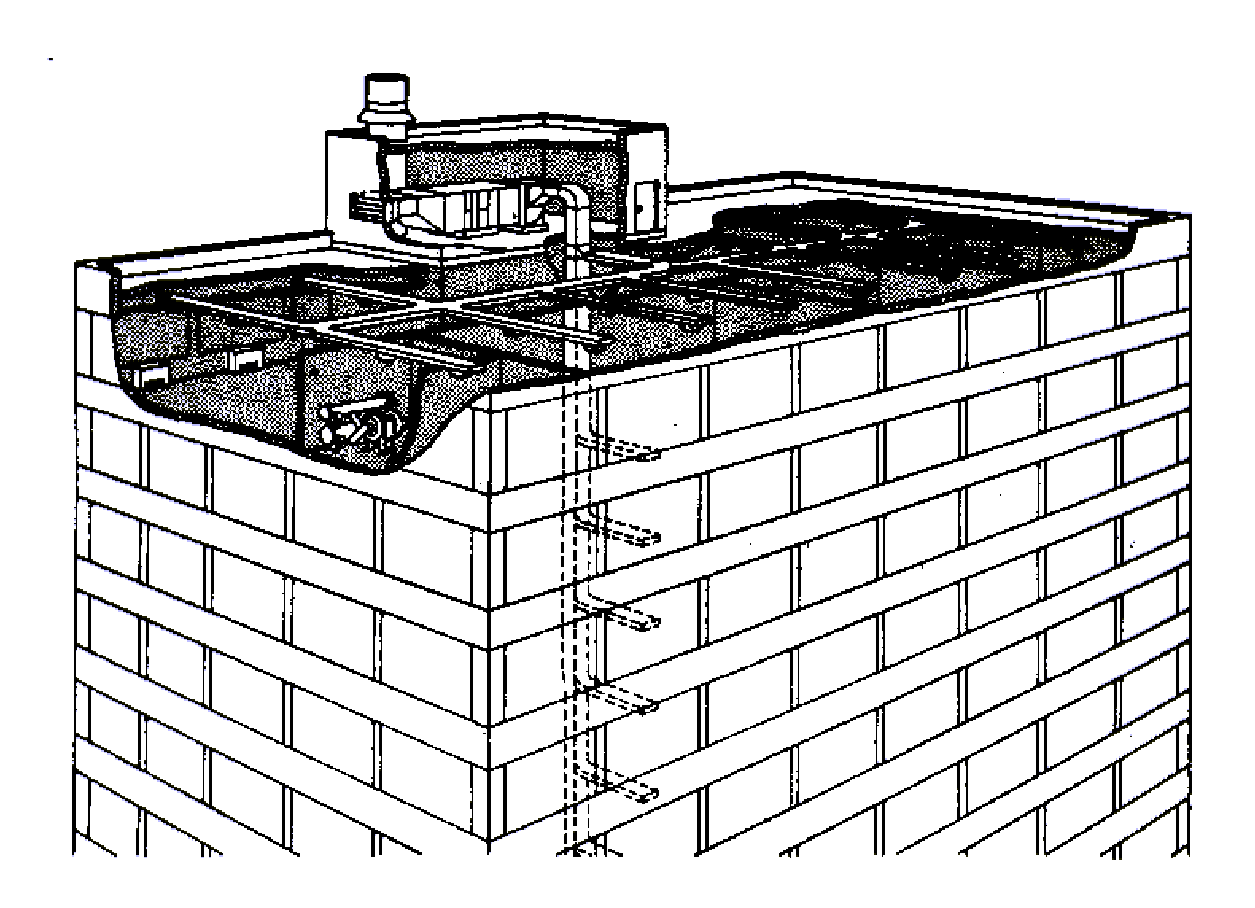
رسم رقم (٢-١٧)

رسم رقم (٢-١٨)

– الآن يمكننا أن نرى كيف تقوم دائرة التبريد الموجودة بجهاز تكييف الهواء بتبريد الهواء وتخفيض نسبة الرطوبة الموجودة به.

إننا فى هذا الفصل من الكتاب قد شرحنا فقط المبادئ الأساسية لعملية التبريد، ولكن هذه المبادئ تعتبر فى الحقيقة هى أساسيات كل عملية من عمليات تكييف الهواء سواء الخاصة بأجهزة تكييف هواء الغرف أو الأجهزة الخاصة بالاستعمالات التجارية والصناعية الكبيرة لتكييف الهواء. الرسم رقم (٢ – ١٨).

الفصل الثالث



عمليات تكييف الهواء المركزى

الفصل الثالث

عمليات تكييف الهواء المركزى

مقدمة :

منذ حوالى ٣٠ عامًا مضت، لم تكن عمليات تكييف الهواء المركزية الحديثة المستعملة فى وقتنا الحاضر معروفة، حيث كانت تستعمل فقط عملية تكييف الهواء العادية التى تشتمل على مجارى الهواء المفردة (Conventional All-Air Single Duct System)

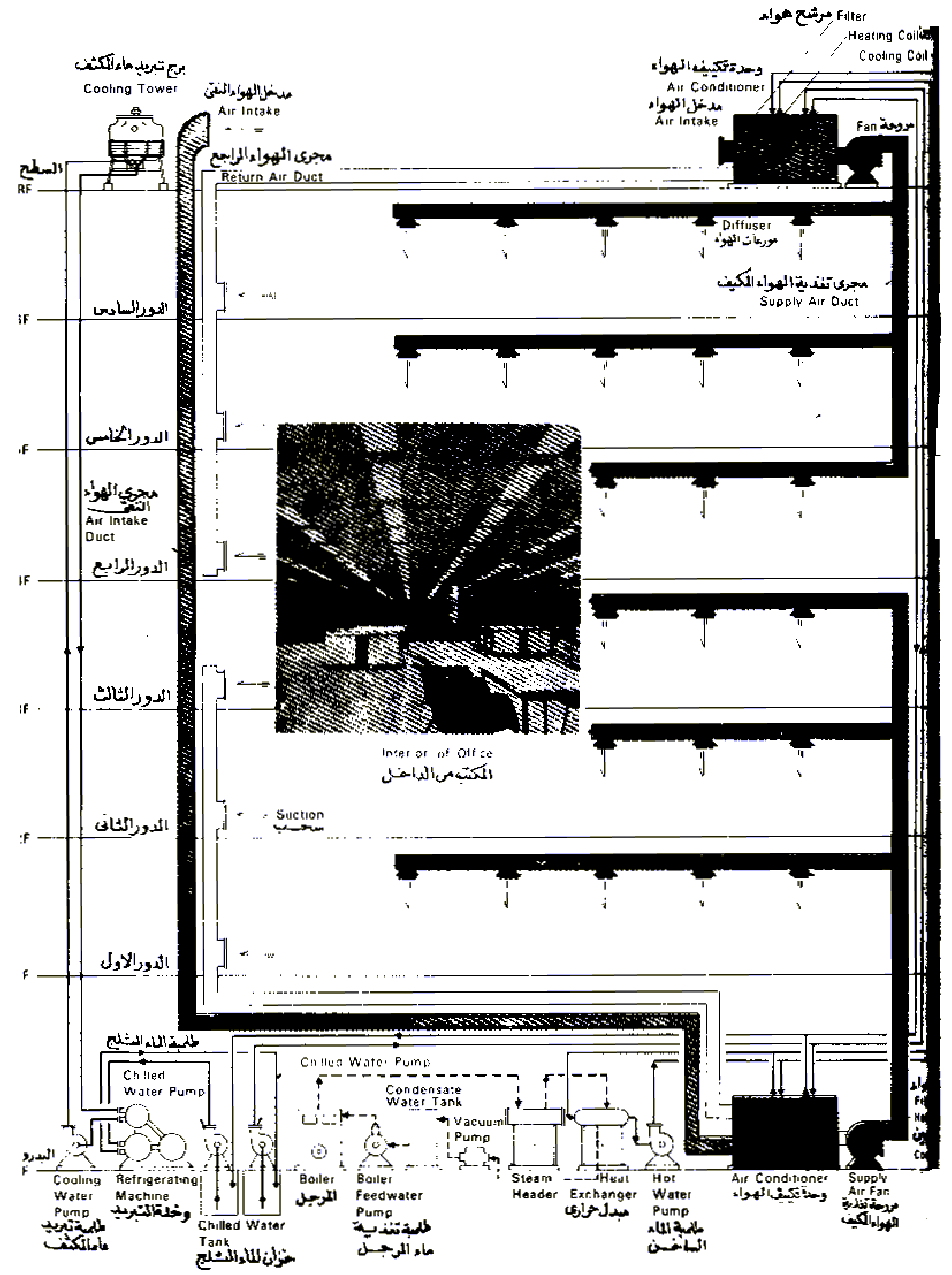
وفى أيامنا هذه، فإنه تستعمل طرق مختلفة فى عمليات تكييف الهواء المركزية. وكل طريقة منها لها عمل أو مزايا اقتصادية معروفة، ومع ذلك قد تتواجد لها بعض النواحى الخاصة التى تجعلها غير مميزة عن إحدى أو بعض الطرق الأخرى.

وفى هذا الفصل من الكتاب سنتكلم عن الأنواع المختلفة من عمليات تكييف الهواء المركزية المستعملة فى وقتنا الحاضر.

١ - عملية تكييف الهواء المركزية ذات مجارى الهواء المفردة

Single Duct System

الرسم رقم (٣-١) يوضح لنا هذه العملية والأجهزة المختلفة التى تشتمل عليها. ويتم تكييف الهواء وضبطه بواسطة وحدة تكييف الهواء المركزية، وبعد ذلك يتم توزيع الهواء المكيَّف على كافة أنحاء المبنى عن طريق شبكة مجارى هواء مفردة. ومن أهم مزايا هذه الطريقة أن تكاليف تركيب العملية وتشغيلها تعتبر منخفضة، ولكن عدم إمكانية تنظيم درجات الحرارة فى مناطق أنحاء المبنى (Zone Control) يجعلها غير مميزة عن بعض الطرق الأخرى. وعادة تستعمل هذه الطريقة فى المنشآت والمصانع الصغيرة.

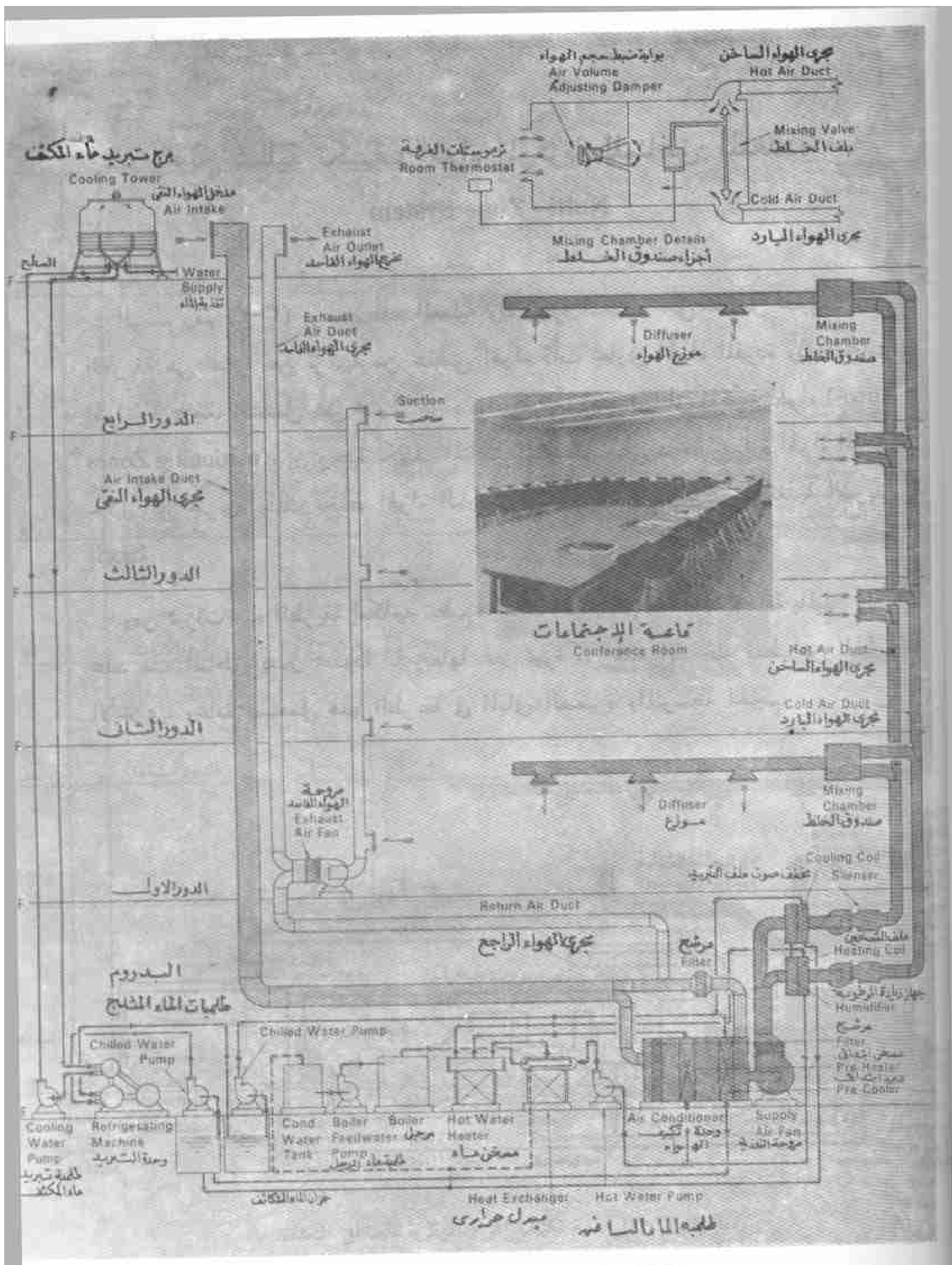


رسم رقم (٣-١) عملية تكييف الهواء المركزية ذات مجاري الهواء المفردة

٢ - عملية تكييف الهواء المركزية ذات مجارى الهواء المزدوجة

Dual Duct System

الرسم رقم **(٣-٢)** يوضح هذه العملية والأجهزة المختلفة التى تشتمل عليها. ويتم دفع الهواء البارد خلال مجرى واحد، والهواء الساخن خلال مجرى أخر إلى صندوق خلط (Mixing Chamber)، حيث يتم خلط الهواء البارد مع الهواء الساخن بنسب محددة وذلك للحصول على درجة الحرارة المناسبة داخل المكان المطلوب تكييف هوائه. ومن مميزات هذه الطريقة إمكانية تنظيم درجات حرارة المناطق المختلفة بالمبنى (Zone Control)، ولكن تكاليف تركيب هذه العملية وتشغيلها تعتبر مرتفعة نسبيًا مما يجعلها غير مميزة من هذه الناحية فقط. وعادة تستعمل هذه الطريقة فى المبانى الكبيرة ذات المستوى العالى.



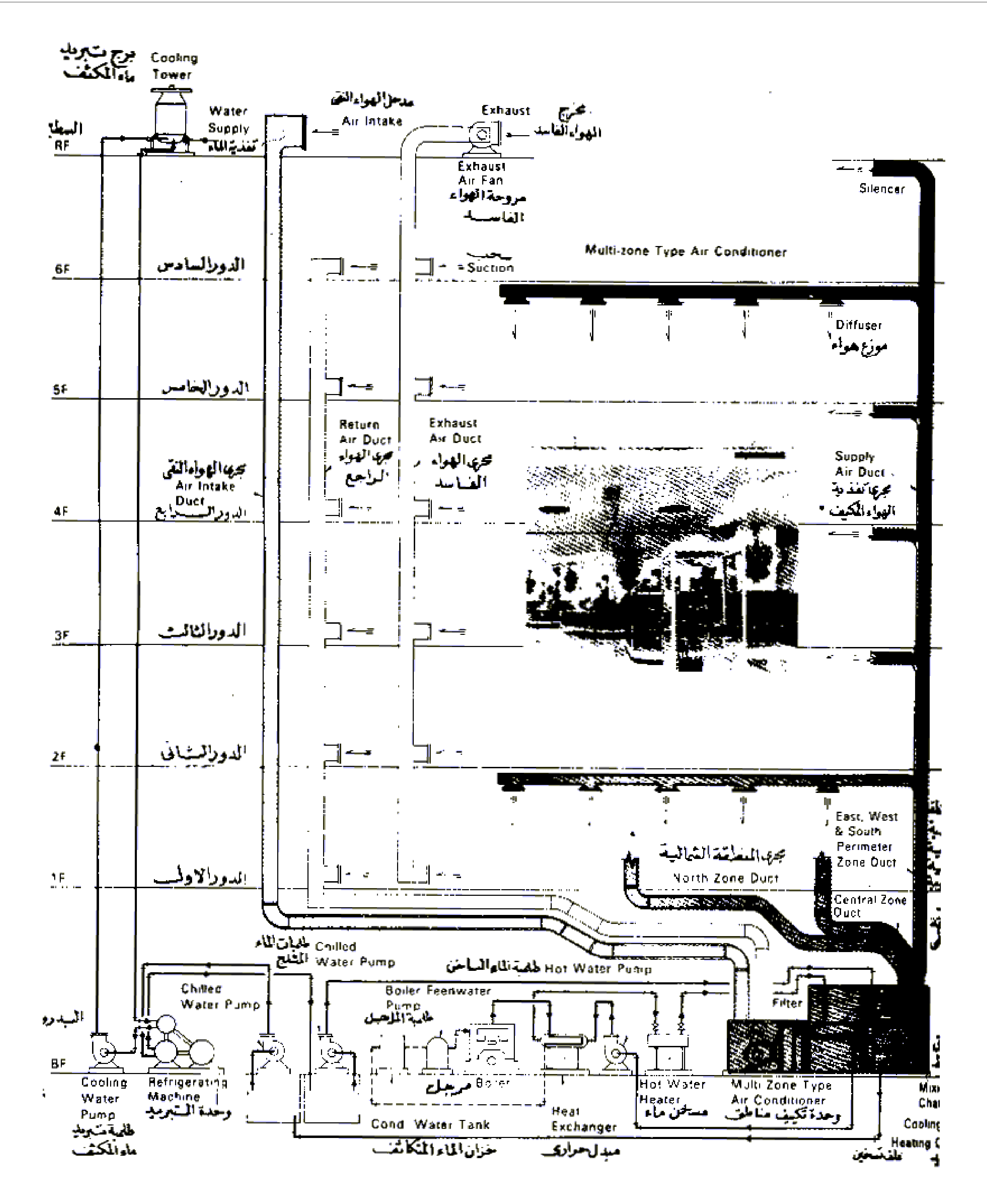
رسم رقم(٣-٢) عملية تكييف الهواء المركزية ذات مجارى الهواء المزدوجة

٣ - عملية تكييف الهواء المركزية للمناطق المتعددة

Nulti– Zone System

الرسم رقم (٣-٣) يوضح هذه العملية والأجهزة المختلفة التى تشتمل عليها. وهذه الطريقة هى عبارة عن تركيبة من عمليتى الهواء ذات مجارى الهواء المفردة وذات مجارى الهواء المزدوجة. وتشتمل على مجارى هواء منفصلة تبعًا لعدد المناطق المكيّفة الهواء (Airco-naitioning Zones). إن وحدة تكييف المناطق المتعدّدة، تعطى درجة حرارة الهواء المناسبة خلال كل مجرى، وذلك بخلط الهواء البارد والهواء الساخن من مجموعة تغذية التبريد/ التدفئة.

ومن مميزات هذه الطريقة إمكانية تنظيم درجات الحرارة فى المناطق المختلفة بالمبنى، ولكن عدد هذه المناطق يعتبر محدودًا مما يجعلها غير مميزة من هذه الناحية فقط عن الطرق الأخرى، وعادة تستعمل هذه الطريقة فى المبانى الصغيرة والمتوسطة الحجم.



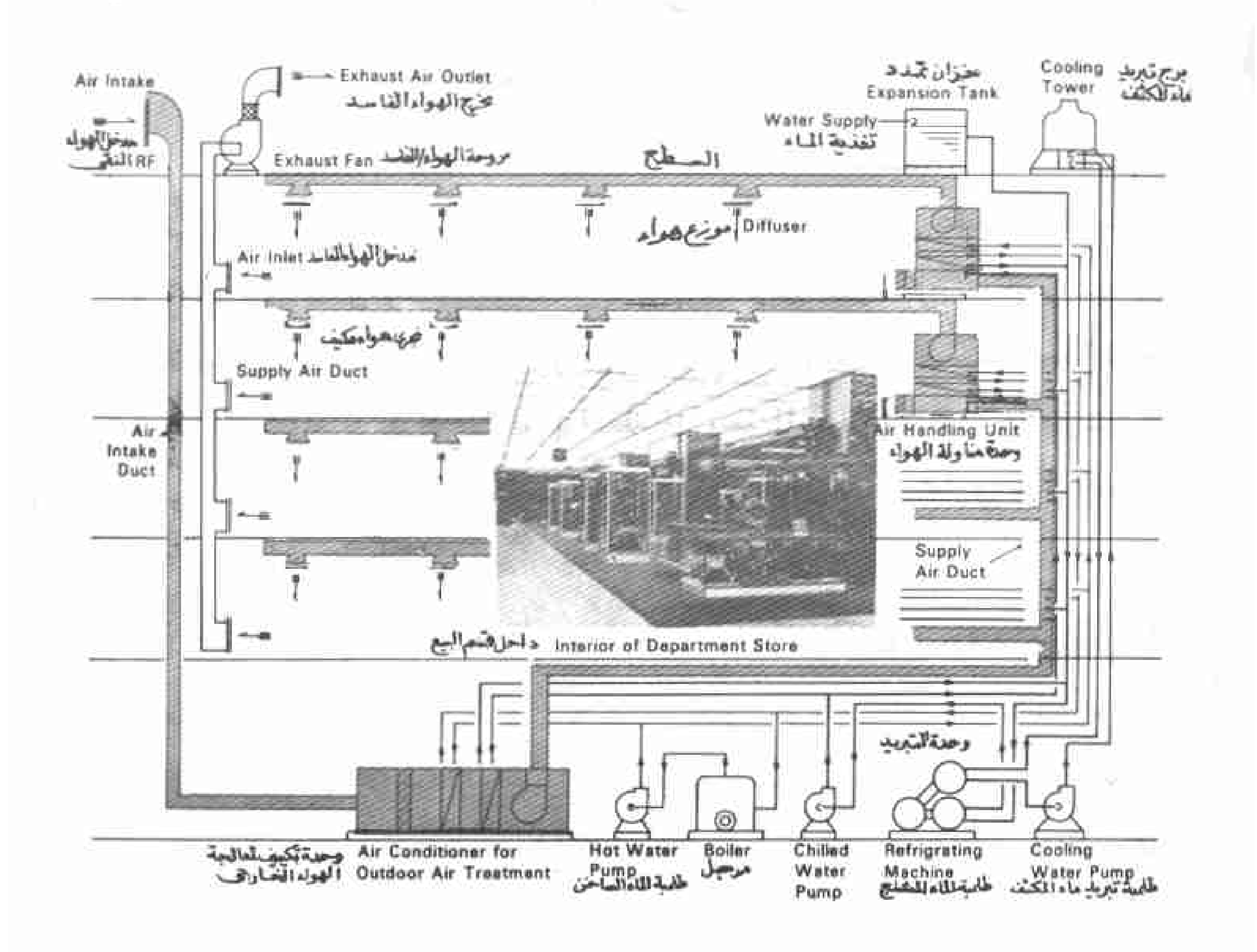
رسم رقم (٣-٣) عملية تكييف الهواء المركزية للمناطق المتعددة.

٤ - عملية تكييف الهواء المركزية ذات الوحدات الأرضية المفردة

Individual Floor Unit System

الرسم رقم (٣-٤) يوضح هذه العملية والأجهزة المختلفة التي تشتمل عليها، حيث يتم تركيب وحدة مناولة هواء أرضية (Floor Airhanding Unit) في كل دور من المبنيز ويتم خلط الهواء الخارجي النقي الذي يتمّ تكييف مبدئيا (الهواء الأولى - Prinary Air) مع الهواء الراجع من المكان المكيف (الهواء الثانوي - Secendary Air) خلال وحدة مناولة لهواء الأرضية التي تقوم بدفعه وتوزيعه بدرجة الحرارة والرطوبة المطلوبة لكل غرفة أو مكان بالمبنى على حدة في أوقات مختلفة.

ونظرًا لأن كل دور من المبنى يحتاج إلى غرفة خاصة لتركيب وحدة التكييف الخاصة به، والتي قد تحدث أحيانًا صوتًا غير مرغوب فيه، تجعل هذه الطريقة غير مميزة من هذه الناحية فقط عن الطرق الأخرى. وعادة تستعمل هذه الطريقة في المباني الصغيرة والمتوسطة الحجم، والمباني ذات الارتفاع العالي.



رسم رقم (٣-٤) عملية تكييف الهواء المركزية ذات الوحدات الأرضية المفردة.

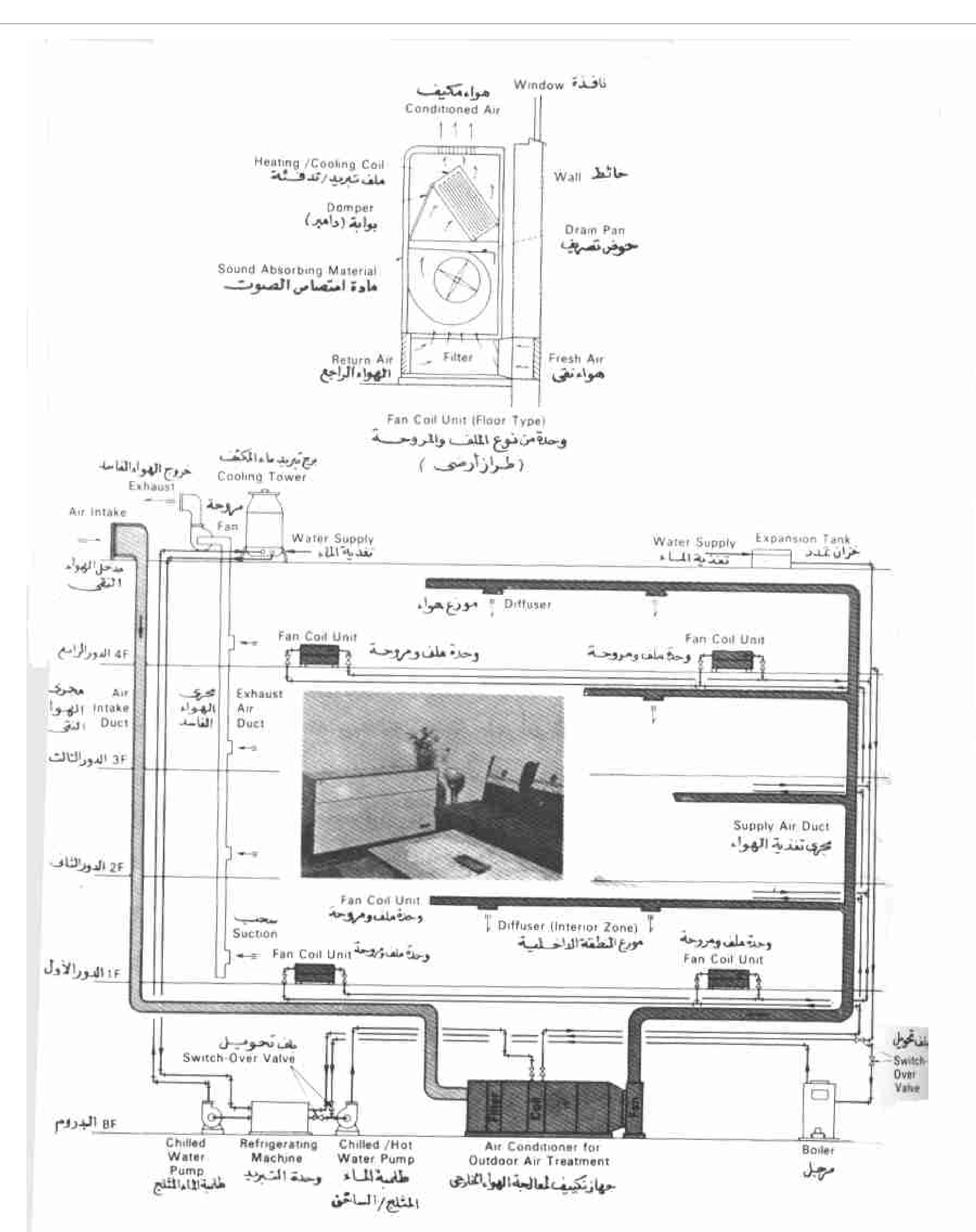
٥ - عملية تكييف الهواء المركزية ذات الوحدات من نوع الملف والمروحة

Fan Coil Unit System

الاسم رقم (٣-٥) يوضح هذه العملية والأجهزة المختلفة التى تشتمل عليها، حيث يدفع الهواء النقى الخارجى خلال وحدة تكييف هواء مركزية، ويتم تغذية كل غرفة مركب بها وحدة أو عدة وحدات من نوع الملف والمروحة بماء مثلج أو ماء ساخن بواسطة وحدة تثلج ماء ومرجل مركزية. ويحرك هواء الغرفة بواسطة المروحة المركبة بالوحدة. هذا ويـوزّع الهواء المكيّف الذى يخرج من جهاز تكييف الهواء المركزى خلال شبكة مجارى هواء الغرف والأماكن الكبيرة الحجم فقط بالمبنى.

ومن مميزات هذه الطريقة إمكانية تنظيم درجة حرارة كل غرفة على حدة (Individual Room Control)، وكذلك الأقتصـاد فى تكاليف تشغيلهـا. ويعتبر الصـوت الناشىء من تشغيل هذه الوحدات محدودًا جدًّا، والحيّز المطلوب لتركيب مجارى هواء بها يعتبر بسيطًا جدًّا. ولكن ثمن الأجهزة الخاصة بهذه العملية وتكاليف تركيبها تعتبر مرتفعة مما جعلها غير مميزة من هذه الناحية فقط عن الطرق الأخرى.

وعادة تستعمل هذه الطريقة فى غرف المستشفيات والفنادق، وأسفل النوافذ الموجودة بالمبانى العامة.



رسم رقم (٣-٥) عملية تكييف الهواء المركزية ذات الوحدات من نوع الملف والمروحة.

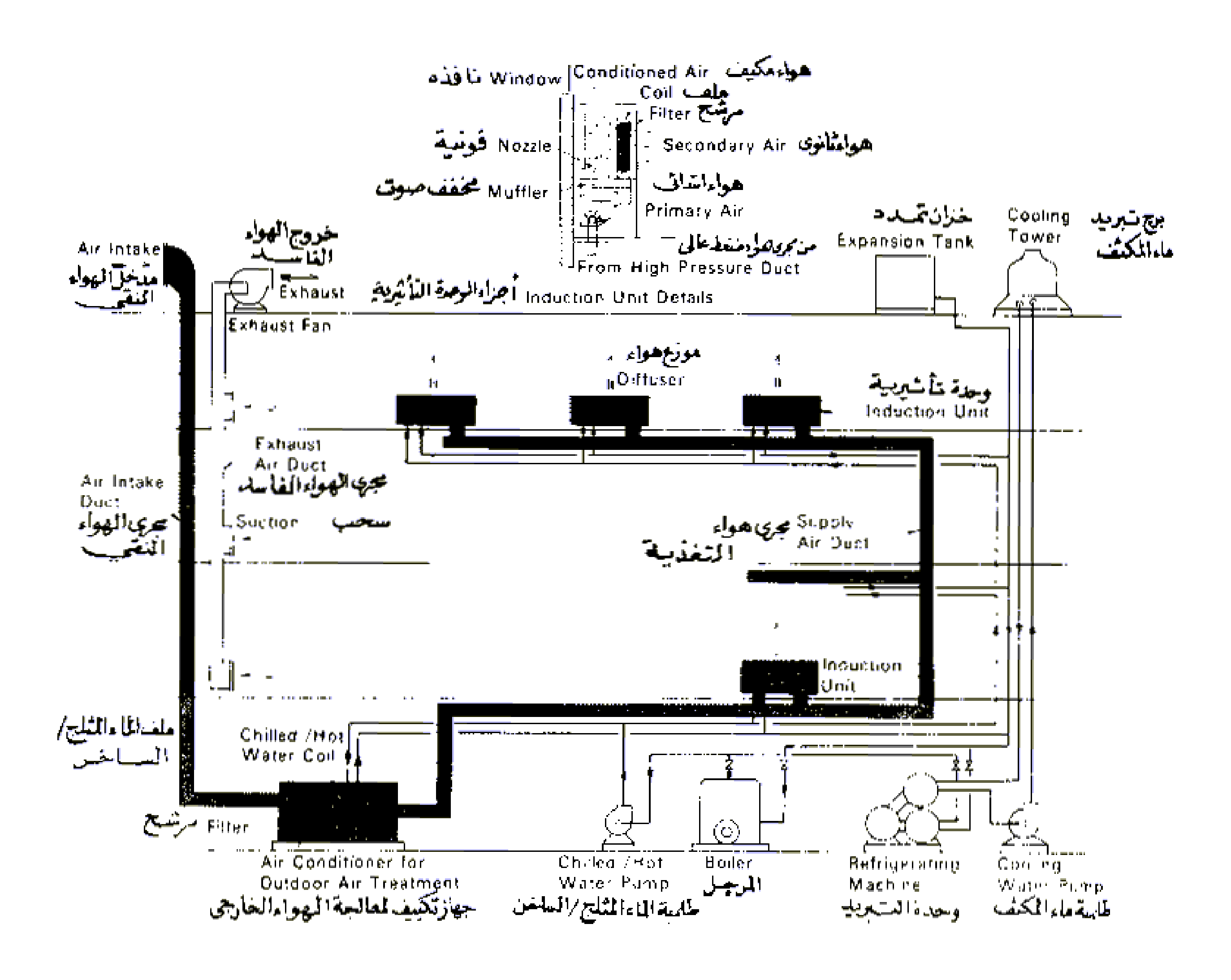
٦ - ـ ملية تكييف الهواء المركزية ذات الوحدات التى تعمل بالتيارات التأثيرية

Induction Unit System

الرسم رقم (٣-٦)يوضح هذه العملية والأجهزة المختلفة التى تشتمل عليها. وهى تشابه عملية تكييف الهواء المركزية ذات الوحدات الأرضية المفردة ولكنها أكثر تعقيدً منها. ويقوم جهاز تكييف الهواء المركزى بدفع هواء مكيف ذى سرعة عالية وضغط مرتفع (هواء مبدئى – Primary Air) إلى الوحدات التى تعمل بالتيارات التأثيرية المركبة بالغرفة، حيث يخرج منها عن طريق فونيات (Nozzles) مركبة بها ويسحب معه أثناء خروجه الهواء الثانوى (Secondary Air) الموجود بالغرفة. وبذلك يتم توزيع الهواء المكيف المطلوب داخل الغرفة.

ومن مميزات هذه الطريقة هو إمكانية تنظيم السعة تبعًا لحمل التبريد/ التدفئة لكل غرفة، وكذلك الحيز الخاص بتركيب مجارى هذه العملية يعتبر صغيرًا إلى حدٍّ ما.

ولكن نظرًا لأن الملفّات المركبة بالوحدات التى تعمل بالتيارات التأثيرية تكون معرّضة للسدد وذلك بسبب الأتربة التى يحتويها الهواء الخارج منها، وكذلك مستوى الصوت الذى تحدثه يعتبر مرتفعًا نوعًا ما، وكذلك حجم كمية هواء التهوية أقل، وترشيح الهواء غير كافٍ، وتكاليف تركيبها مرتفعة، فإن كل هذه النواحى تجعلها غير مميزة عن الطرق الأخرى. وعادة تستعمل هذه الطريقة فى غرف المستشفيات والفنادق، وأسفل النوافذ الموجودة بالمبانى العامة.



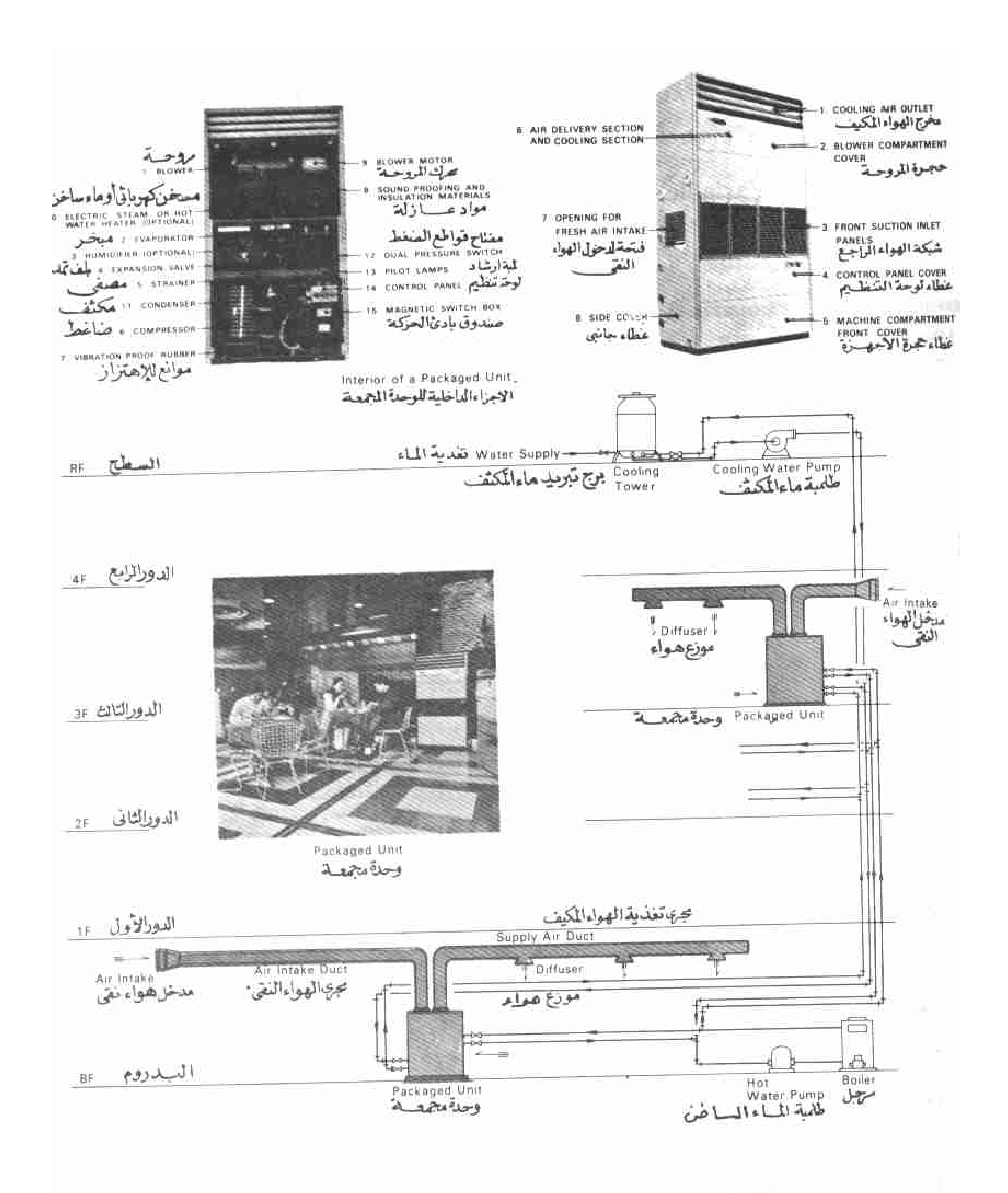
رسم رقم (٣-٦) عملية تكييف الهواء المركزية ذات الوحدات التى تعمل بالتيارات التأثيرية.

٧ - عملية تكييف الهواء المركزية
ذات الوحدات المجمعة القائمة بذاتها

الرسم رقم (٣-٧) يوضح هذه العملية والأجهزة المختلفة التى تشتمل عليها. والوحدة المجمعة القائمة بذاتها تحتوى على ضاغط أو أكثر ومروحة لتحريك هواء الغرفة أو المكان. وفى حالة الاحتياج لعملية التدفئة فإنه تركب بها إمّا سخانات كهربائية بكل وحدة أو تتمّ هذه التدفئة بالماء الساخن الذى يمرّ داخل ملفات مواسير تركّب بكل وحدة عن طريق تغذية خارجية كما هو مبين بالرسم.

ومن مميزات هذه الطريقة أن ثمن أجهزتها منخفض، وإعادة تغيير تركيب موقع الأجهزة يمكن إجراؤه بسهولة، كما أننا باستعمالها لا نحتاج إلى غرفة خاصة بالماكينات، وكذلك فإن عملية تشغيلها تعتبر سهلة جدا. ولكن عادة لا يمكن استخدامها لإعطاء حالات خاصّة من درجات الحرارة والرطوبة.

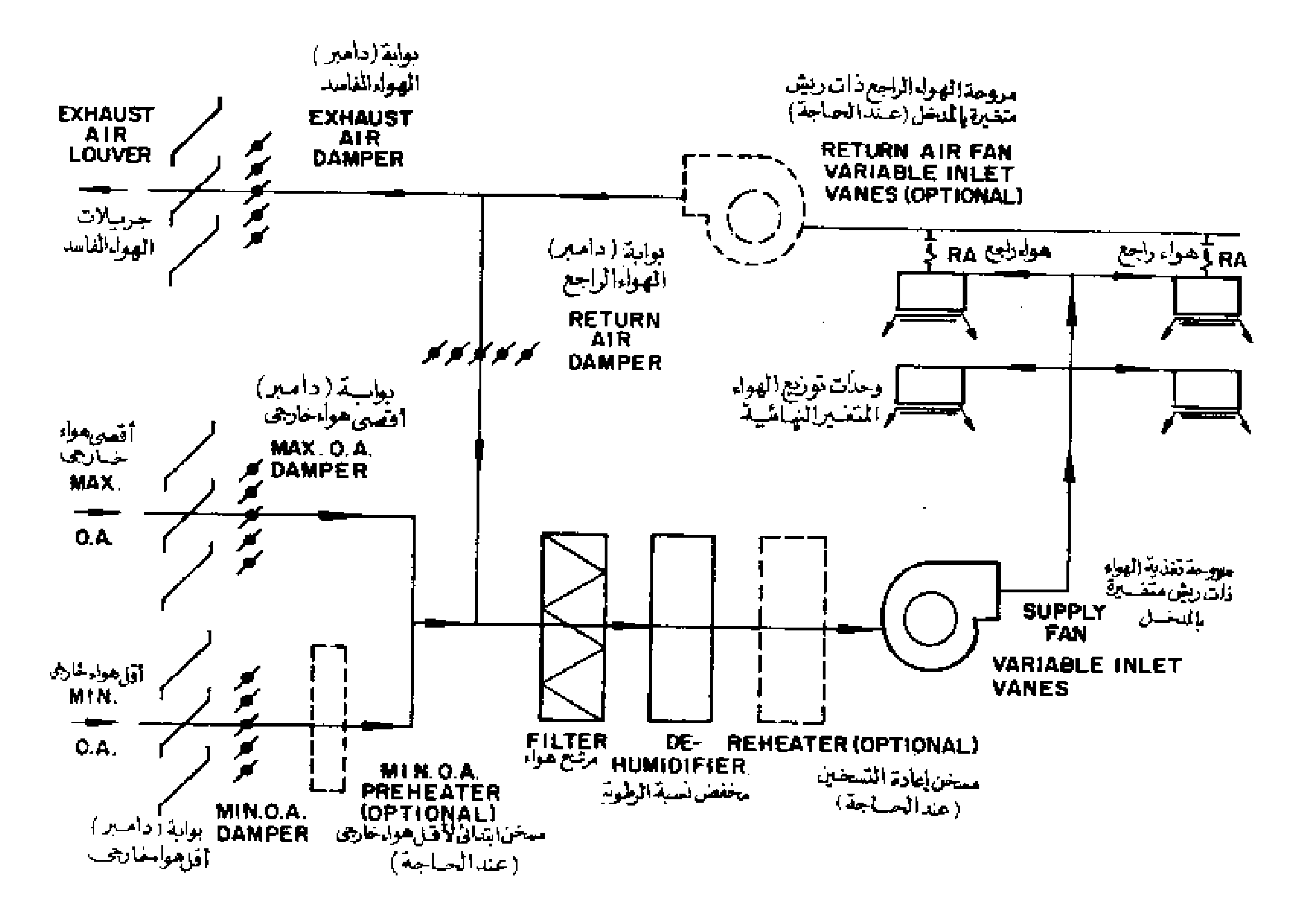
وعادة تستعمل فى المبانى ذات المسطحات الصغيرة والمحلات التجارية والمطاعم وغرف الحاسبات الإلكترونية (بتصميم خاص) وغرف اجهزة التليفونات.



رسم رقم (٣-٧) عملية تكييف الهواء المركزية ذات الوحدات المجمعة القائمة بذاتها.

٨- عملية تكييف الهواء المركزية التى تغذّى الأماكن المكيفة بحجم هواء متغير وشبكة هواء مفردة

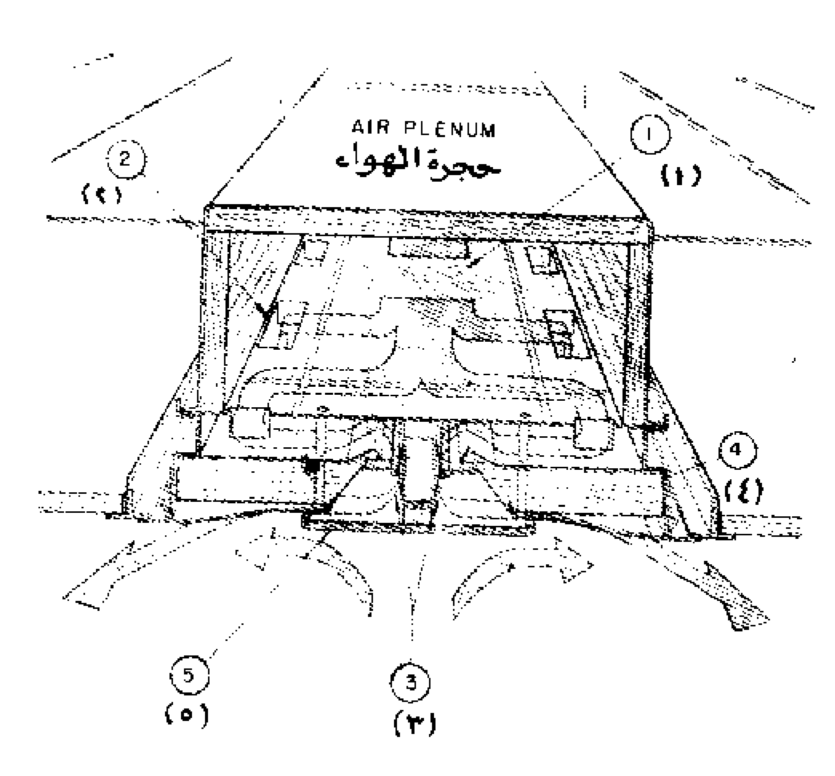
Variable Volume , Single Duct System



رسم رقم (٣-٨) رسم مبسط يوضح عملية تكييف الهواء المركزية التى تغذى الأماكن المكيفة بحجم هواء متغير وشبكة مجارى هواء مفردة.

الرسم المبسط رقم (٣-) يوضّح هذه العملية والأجهزة المختلفة التى تشتمل عليها. وكما هو مبينّ بهذا الرسم نجد أن مروحة وحدة تكييف الهواء المركزية الخاصة بهذه العملية تجهّز عادة بريش متغيرة بـالمدخـل (Variable Inlet Vanes) ومنظم ضغط استـاتيكى للمحافظة على ضغط استاتيكى ثابت داخل شبكة مجارى تغذية الهواء المكيّف. وتستخدم لتوزيع الهواء داخل الحيّز المكيّف فى هذه الطريقة وحدات توزيع هواء متغير نهائية (V. A.V Terminal Unit) تركب بالسقف ذاته تصميم طولى (Llinear Design) يبلغ طول كل وحدة منها حوالى أربعة أقدام.

الرسم رقم (٣-٩) يبينّ قطاعًا بوحدة توزيع نهائية، حيث تُغذّى هذه الوحدة بالهواء الذى يتم تبريده وتخفيض نسبة رطوبته بواسطة وحدة تكييف الهواء المركزية والذى يوزع بعد ذلك عن طريق شبكة توزيع هواء ذات ضغط متوسط. وعن طريق هذه الشبكة يدخل الهواء المكيّف إلى صندوق معالجة الصوت (١) الموجود أعلى الموزّع. هذا وتوجد مجموعة من الفتحات المستطيلة أسفل الصندوق (٢) تعمل على تعادل وتوجيه سريان الهواء إلى بوابة على شكل منفاخ (Bellows Type Damper) (٣). وتقوم المنظّمات التى تشتمل عليها هذه الوحدة على تمدّد أو انكماش هذا المنفاخ وذلك لتغيير حجم سريان الهواء المكيّف الذى يوزّع داخل المكان تبعًا لدرجة حرارته، وبعد أن يترك الهواء المكيف البوابة يخلط مع هواء المكان التأثيرى (Induce Space Air) ويحرّك أفقيًا ناحية السقف.ولقد أثبتت الأختبارات أن وحدة التوزيع النهائية هذه ذات التصميم الخاص بتغيير حجم الهواء الخارج



رسم رقم (٣-٩) قطاع بوحدة توزيع هواء بحجم متغير نهائية تظهر به الأجزاء المختلفة التى تتركب منها.

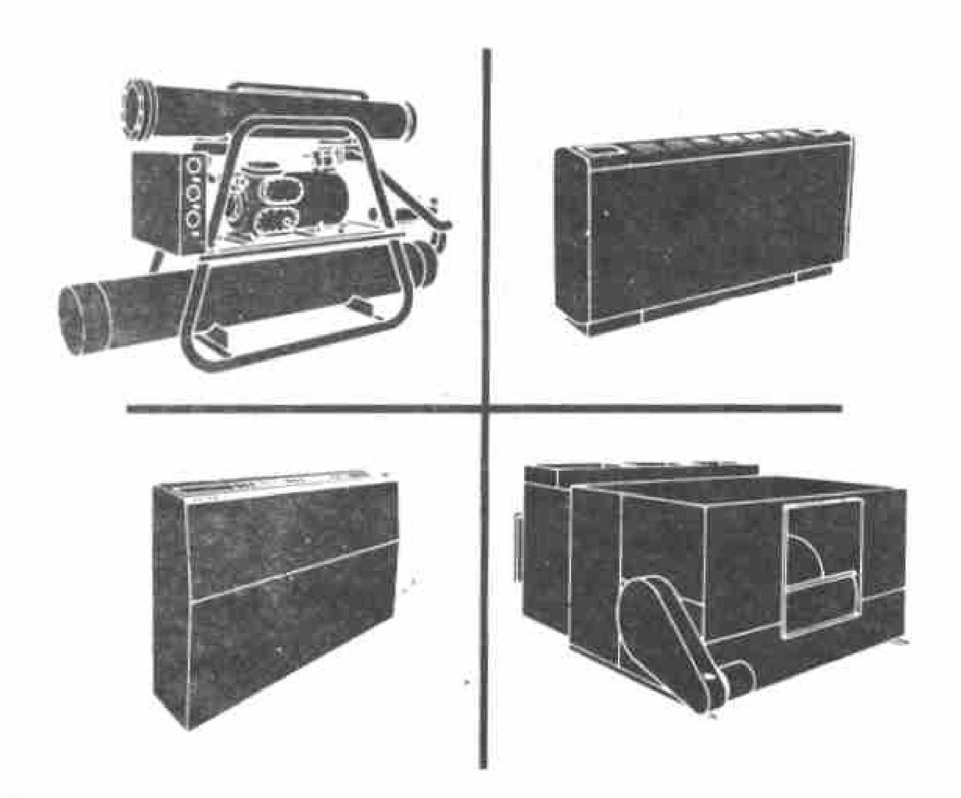
١ - صندوق معالجة الصوت.
٢ - فتحات تعادل وتوجيه سريان الهواء.
٣ - بوابة (دابر) خروج الهواء على شكل منفاخ.
٤ و٥ - قسم معالجة صوت الهواء الخارج من بوابة (دابر) الهواء.

منها قادرة تمامًا على المحافظة فى حركة هواء مناسبة داخل الحيّز المكيف بالنسبة لمدى واسع من الأحمال المنخفضة.

ويعمل قسم إمتصاص الصوت (٤) و (٥) الموجود بالموزّع على معالجة الصوت الذى ينشأ من خروج الهواء من البوابة ويضمن بذلك أيضًا توزيع هواء هادئ مكيّف.

ونظرًا لأن حجم الهواء فى هذه الطريقة ينخفض تبعًا لا نخفاض حمل التبريد الموجود بكل مكان، لذلك يطابق حمل التبريد وقوّة محرّك مروحة وحدة التكييف المركزية حمل تكييف الهواء الحقيقى للمبنى تمامًا. وتتيح هذه الطريقة أيضًا خلط الهواء الخارجى مع الهواء الراجع خلال أيام فصول السنة التى لا تحتاج فيها إلى عملية التبريد. هذا وعملية تكييف الهواء المركزية ذات حجم الهواء المتغير يتمّ تصميمها خصيصًا لتكييف مواد المساحات الداخلية بالمبانى ذات الغرف المتعدّدة مثل مبانى المكاتب ومحلات البيع التجارية الكبيرة والمدارس.

الفصل الرّابع



وحدات وأجهزة تكييف الهواء المركزية التى يتمّ تجميعها وتركيبها فى أماكن التشغيل

وحدات وأجهزة تكييف الهواء المركزية التى يتم تجميعها وتركيبها فى أماكن الإقامة

سنتكلم فى هذا الفصل من الكتاب عن وحدات وأجهزة تكييف الهواء المركزية بأنواعها المختلفة والتى يتم فيها تبريد وتدفئة الهواء الذى يمرّ على ملفّات التبريد/ التدفئة المركبة بوحدات مناولة الهواء الخاصة بهذه الطريقة بواسطة مرور مياه مثلجة (Chilled Water) داخل مواسير هذه الملفات خلال فصل الصيف. ومرور مياه ساخنة داخل نفس هذه الملفات لتدفئة الهواء خلال فصل الشتاء.

وفيما يلى سنشرح هذه الأنواع من الوحدات والأجهزة التى تتركب منها عادة عمليات تكييف الهواء المركزية المختلفة:

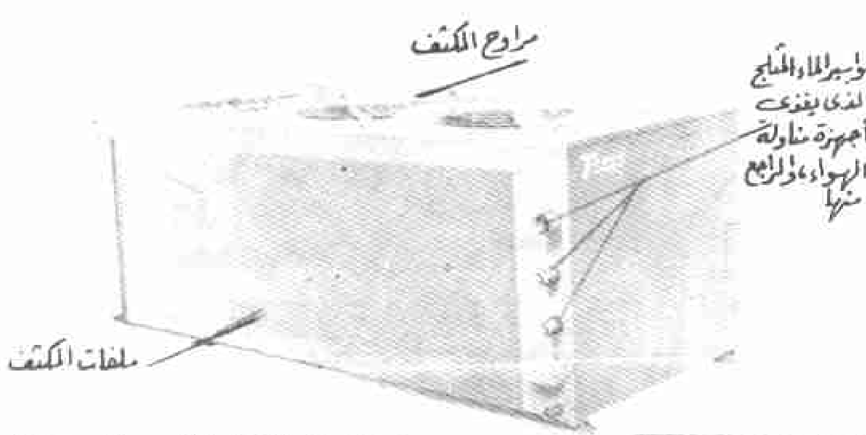
وحدات تثليج الماء
(Water Chillers)

يوجد نوعان أساسيّان من وحدات تثليج الماء التى تستعمل فى عمليات تكييف الهواء المركزية. النوع الأوّل منها يشتمل على ضاغط أو ضواغط تردّديه (Reciprocating water chillers) تكون إمّا من الطراز المحكم القفل أو النصف محكم القفل. ويتم تبريد مكثفات هذه الوحدات إما بالماء أو الهواء.

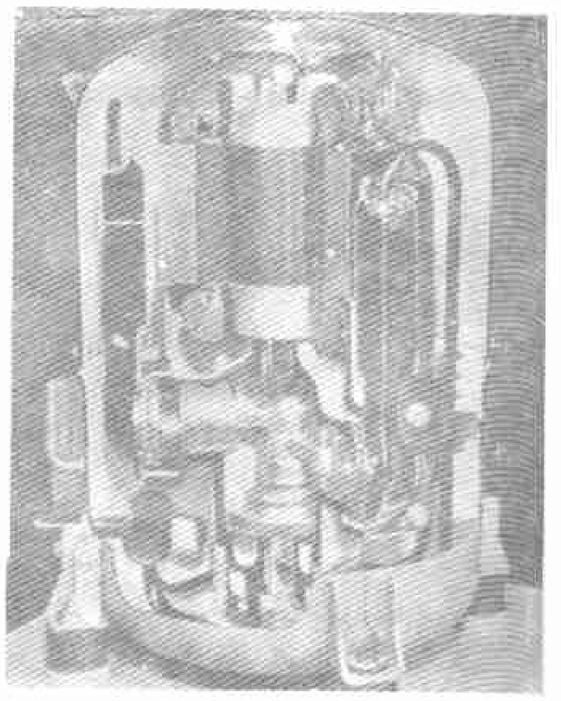
والنوع الثانى يشتمل على ضواغط طاردة مركزية (Centrifugal Water Chillers) تكون الضواغط المركبة بها إمّا من الطراز المحكم القفل (Hermetic Centrifugal) أو من الطراز المفتوح (Open Centrifugal)، ويتم تبريد مكثفات هذه الوحدات عادة بالماء، ولكن تصنع فى الوقت الحاضر بعض الأحجام منها المتوسطة السعة يتم تبريد مكثفاتها بالهواء.

١ - وحدات تثليج الماء التى تشتمل على ضواغط تردّدية :

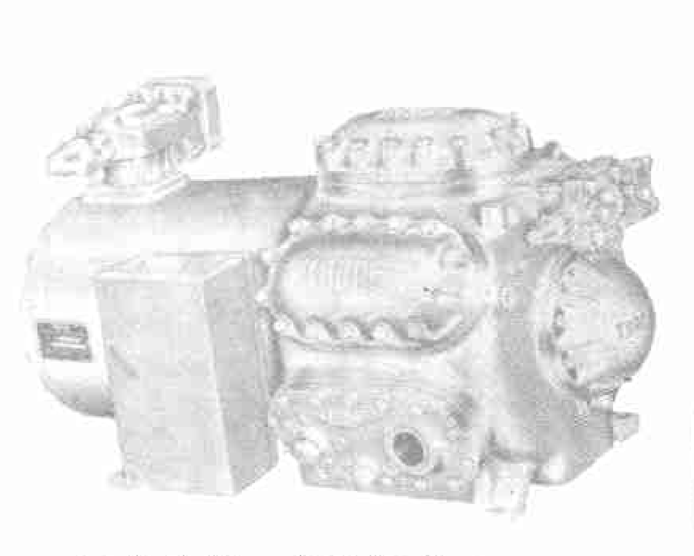
الطراز الأوّل من هذه الوحدات هو النوع المجمع الذى يتم تبريد مكثفاته بالهواء (Air-cooled Packaged Chiller) ويظهر شكلها الخارجى فى الرسم رقم (٤-١)، ويركب عادة هذا الطراز من الوحدات خارج المبنى أو فوق أسطح المبانى. وتشتمل هذه الوحدات على ضواغط إمّا تكون من النوع المحكم القفل كالتى يظهر شكلها فى الرسم رقم (٤-٢) تركّب عادة فى الوحدات التى سعتها تتراوح ما بين ١٠ و ١٥ طن تبريد، وعلى ضواغط نصف محكمة القفل كالتى يظهر شكلها فى الرسم رقم (٤-٣) تركب عادة فى الوحدات التى سعتها



رسم رقم (٤-١) الشكل الخارجى لوحدة تثليج ماء مجمعة يتم تبريد مكثفها بالهواء.

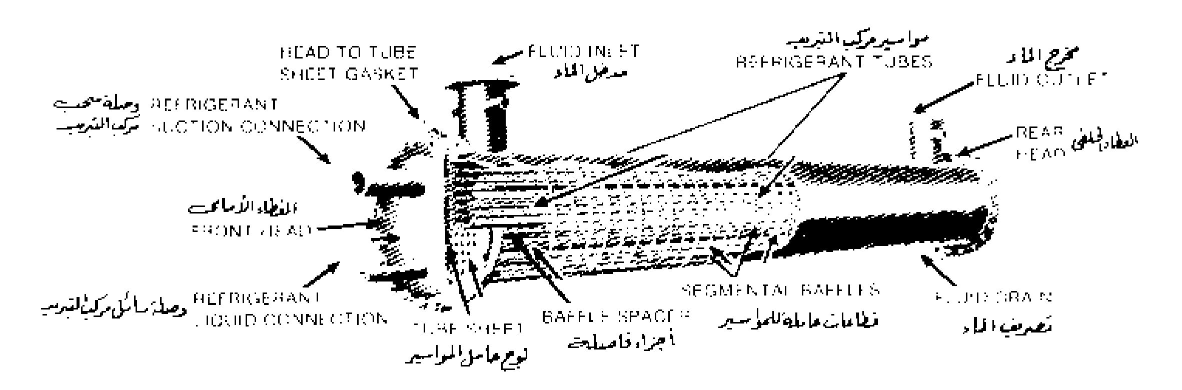


رسم رقم (٤-٢) ضاغط من الطراز الحديث المحكم القفل الذى يركب بوحدات تثليج الماء المجمعة التى تتراوح سعتها ما بين ١٠ و١٥ طن تبريد.

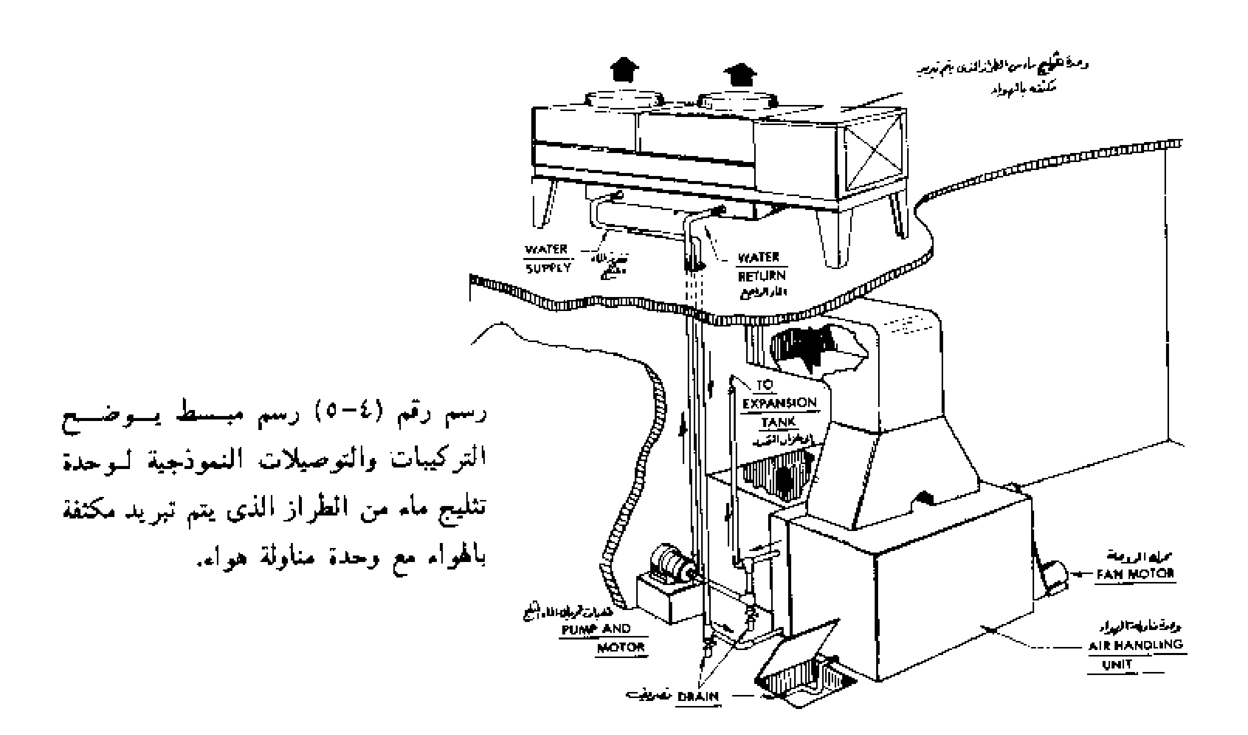


رسم رقم (٤-٣) ضاغط من الطراز الحديث النصف محكم القفل الذى يركب بوحدات تثليج الماء المجمعة التى تتراوح سعتها ما بين ٧٥ و١٠٠ طن تبريد.

تتراوح ما بين ١٠٠,٧٥ طن تبريد. وبالإضافة إلى الضواغط والمكثفات التى يتم تبريدها بالهواء التى تشتمل عليها هذه الوحدات تركب بها أيضًا مبرّدات للماء تظهر مكوّناتها فى الرسم رقم (٤-٤) حيث يمرّ الماء المراد تبريده خلال الحيز الداخلى من غلاف المبرّد وحول المواسير الموجودة بداخله والتى يمر بداخلها مركب التبريد. ويمكن الحصول على ماء مبرد من هذه الوحدات بدرجات حرارة تتراوح ما بين ٤٠°ف (٤,٥°م) و ٥٠° ف (١٠°م). هذا والرسم المبسّط رقم (٤-٥) يوضّح التركيبات والتوصيلات النموذجية لوحدة تثليج ماء من الطراز الذى يتم تبريد المكثف المركب به بالهواء مع وحدة مناولة هواء. ويمكن كذلك توصيل وحدة تثليج ماء من الطراز الذى يشتمل على ضاغط ومبرّد ماء (Compressor Chiller

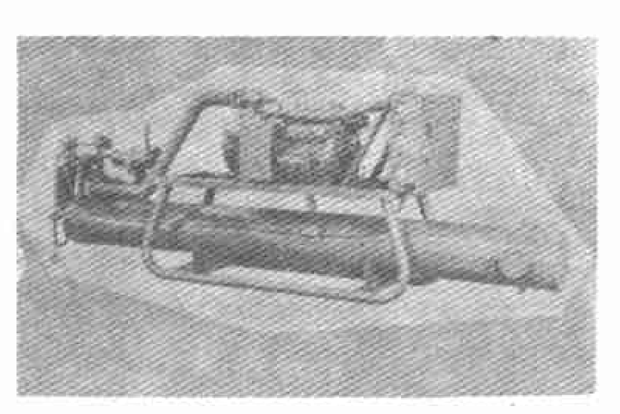


رسم رقم (٤-٤) الأجزاء التى يشتمل عليها مبرد الماء المركب بوحدة تثليج الماء المجمعة.

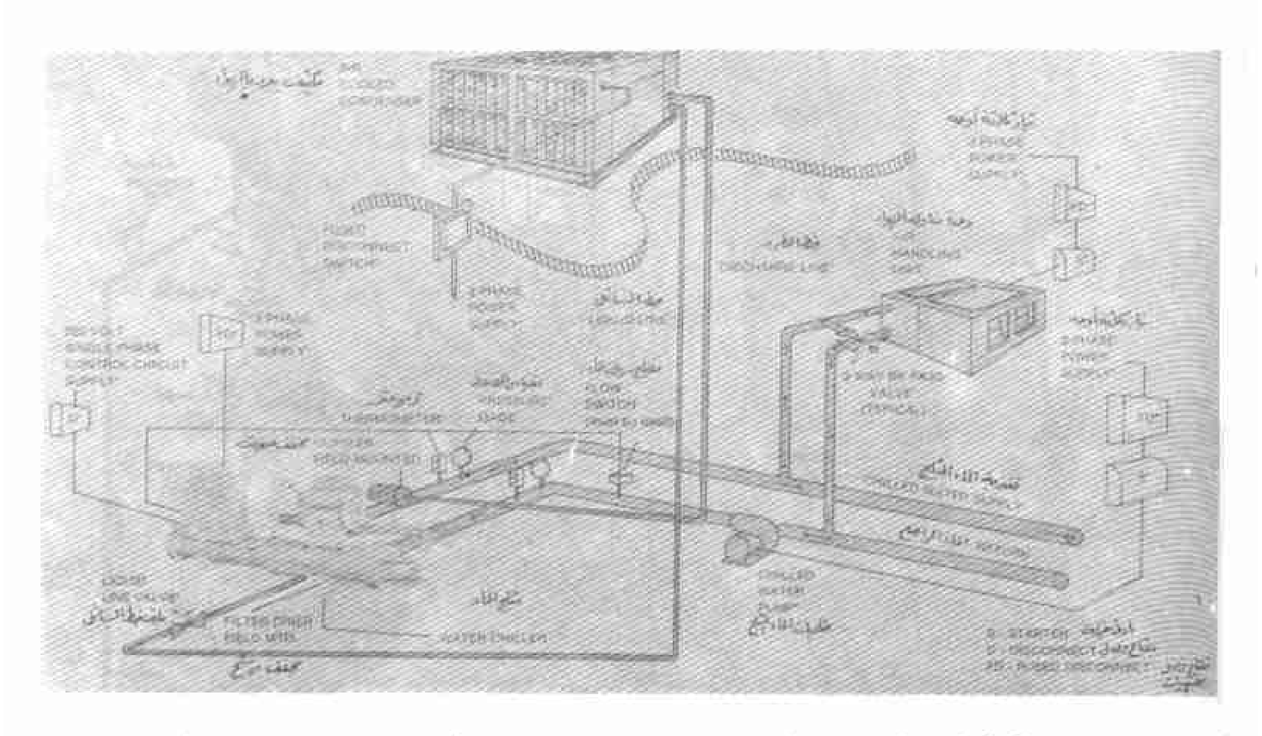


رسم رقم (٤-٥) رسم مبسط يوضح التركيبات والتوصيلات النموذجية لوحدة تثليج ماء من الطراز الذى يتم تبريد مكثفة بالهواء مع وحدة مناولة هواء.

(Unit)، كالظاهر فى الرسم رقم (٤-٦) مع مكثف منفصل من النوع الذى يتم تبريده بالهواء ويركب بعيدًا عن هذه الوحدة (Remote Air Cooled Condenser) بالطريقة الموضحة بالرسم المبسّط رقم (٤-٧) الذى يبيّن أيضًا التركيبات والتوصيلات النموذجية الخاصة بهذه الطريقة.

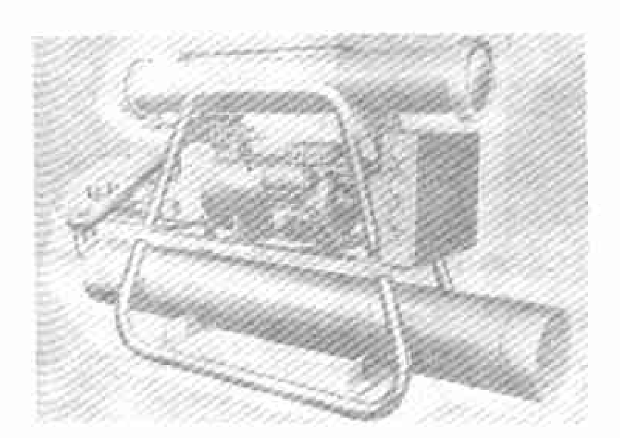


رسم رقم (٤-٦) وحدة تثليج ماء من الطراز الذى يشتمل على ضاغط ومبرد ماء وتوصل مع مكثف منفصل.

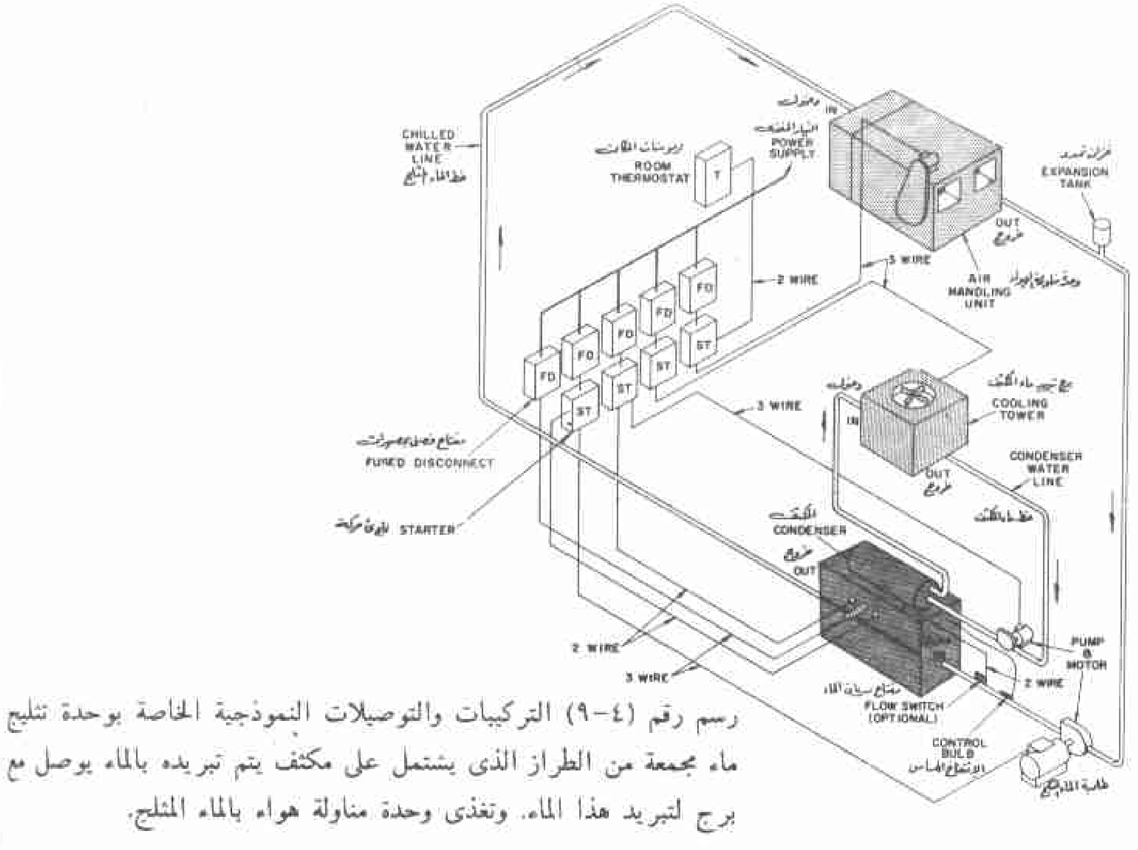


رسم رقم (٤-٧) التركيبات والتوصيلات النموذجية لوحدة تثليج ماء من الطراز الذى يشتمل على ضاغط ومبرد ماء والتى توصل مع مكثف يتم تبريده بالهواء يركب بعيدا عن مكان تركيب هذه الوحدة.

الطراز الثانى من هذه الوحدات هو النوع المجمّع الذى يتمّ تبريد مكثفاته بالماء (Water cooled package Chiller) كالذى يظهر شكله فى الرسم رقم (٤-٨)، ويتركب عادة كما هو ظاهر بالرسم من ضاغط أو عدّة ضواغط عادة تكون من النوع النصف محكم القفل، ومبرد للماء، ومكثف يتم تبريده بالماء. هذا ويمكن الحصول على هذا الطراز من الوحدات بسعة تتراوح مابين ٣٠ و ٢٠٠ طن تبريد. وللاقتصاد فى استهلاك كمية الماء المستخدم لتبريد مكثفات هذه الوحدات فإنها عادة توصل بأبراج لتبريد هذا الماء (Cooling Tower). هذا والرسم المبسط رقم (٤-٩) يوضح التركيبات والتوصيلات النموذجية الخاصة بهذا الطراز من الوحدات.



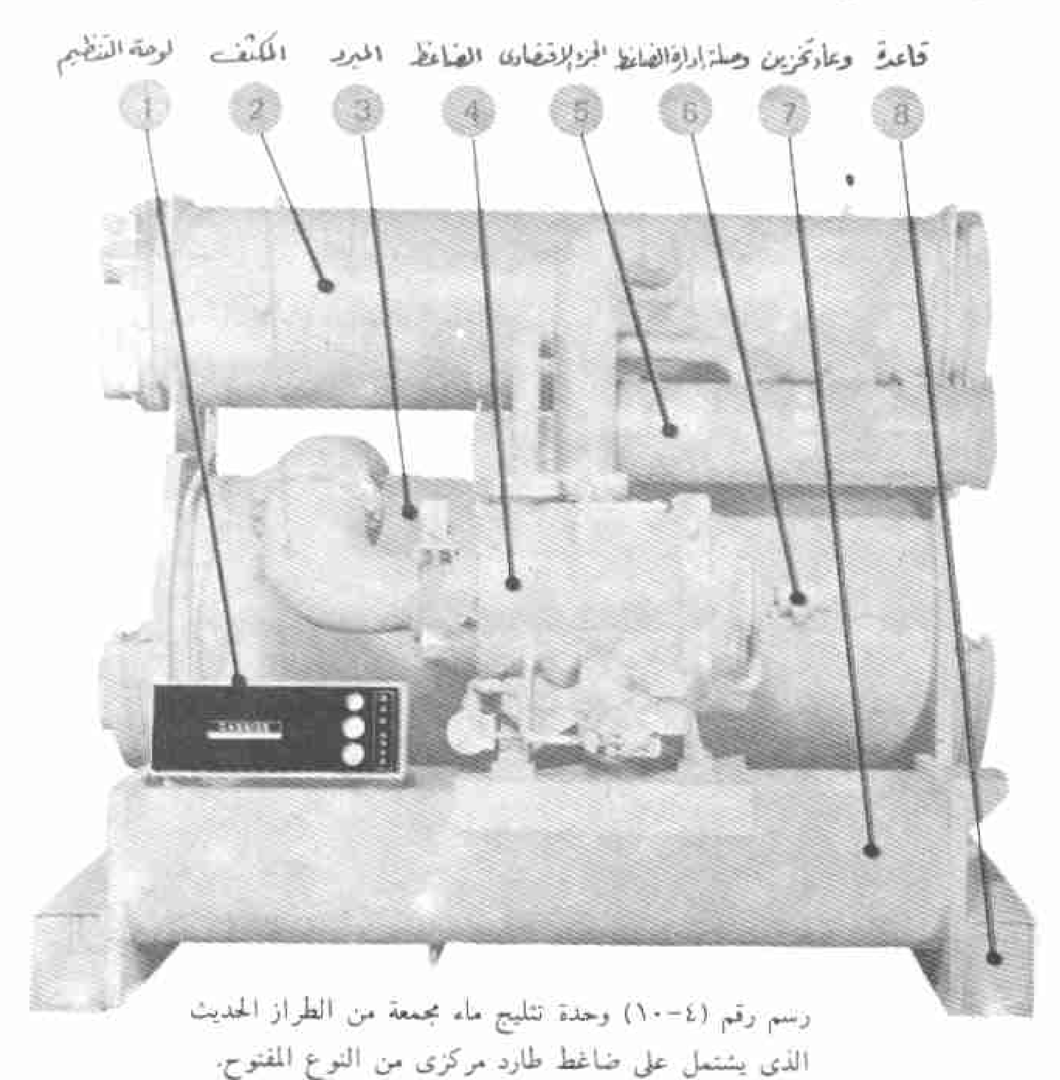
رسم رقم (٤-٨) وحدة تثليج ماء مجمعة من الطراز الذى يشتمل على مكثف يتم تبريده بالماء.



رسم رقم (٤-٩) التركيبات والتوصيلات النموذجية الخاصة بوحدة تثليج ماء مجمعة من الطراز الذى يشتمل على مكثف يتم تبريده بالماء يوصل مع برج لتبريد هذا الماء. وتغذى وحدة مناولة هواء بالماء المثلج.

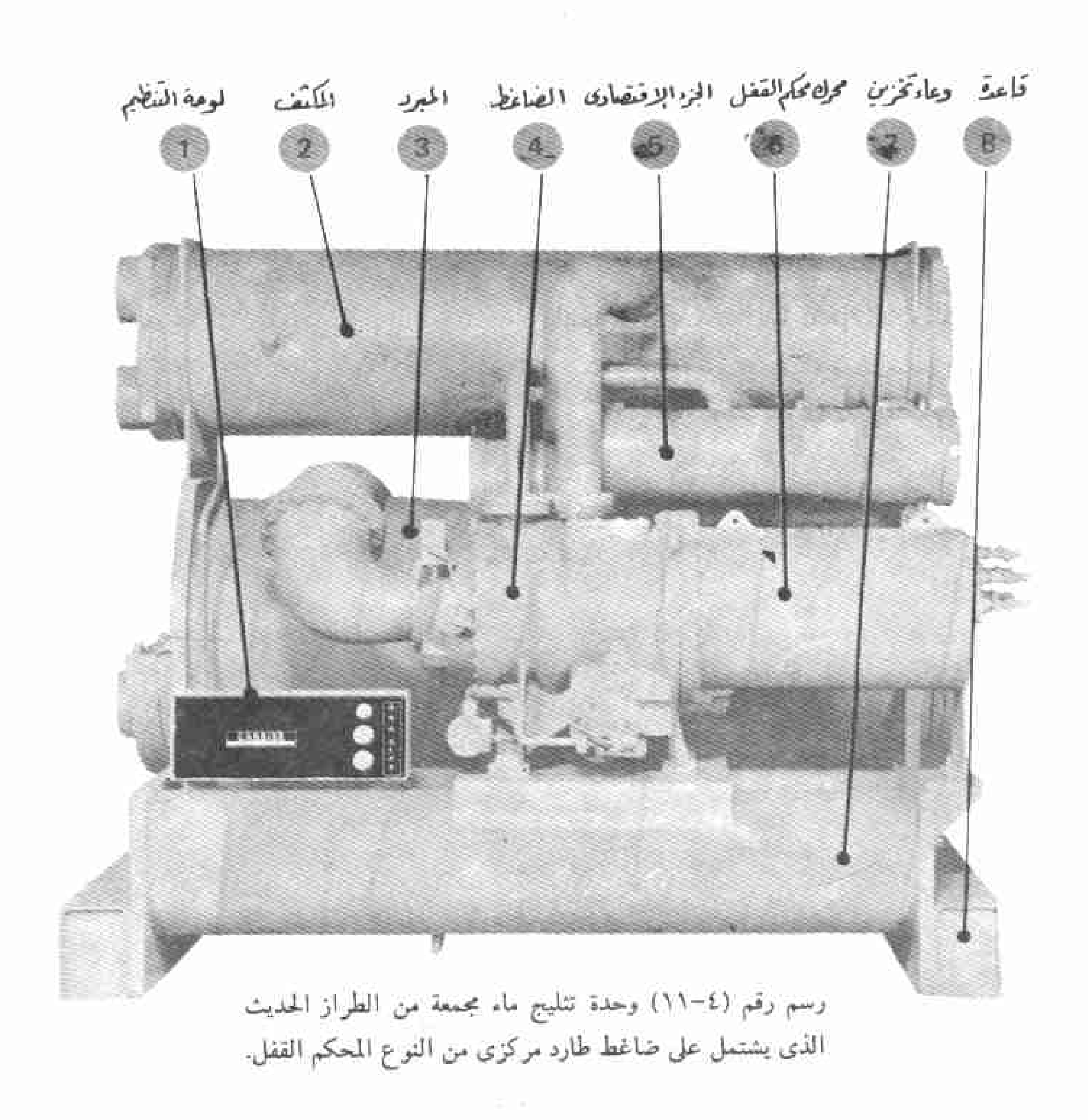
٢ - وحدات تثليج الماء التى تشتمل على ضواغط طاردة مركزية:

بالنسبة لعمليات تكييف الهواء المركزية الكبيرة السعة التى تتراوح سعتها مابين ١٠٠ و ١٥٠٠ طن تبريد أو أكثر، فإنه يستعمل بها بصفة عامة طريقة الماء المثلج (Chilled Waer). هذا ويوجد نوعان من وحدات تثليج الماء تعتبران أكثر مناسبة من الطرازات السابق ذكرها وذلك بالنسبة للعمليات التى تكون السعة المطلوبة أكبر من ٢٠٠ طن تبريد وهما: وحدات تثليج الماء ذات الضواغط الطاردة المركزيـة (Centrifugal Water Chillers)، ووحدات تثليج الماء التى تعمل بطريقة الامتصاص (Absorption Water Chillers). هذا ويوجد نوعان من وحدات تثليج الماء ذات الضواغط الطاردة المركزية. الطراز الأوّل منها يظهر شكله فى الرسم رقم (٤-١٠) يشتمل على ضاغط طارد مركزى من النوع المفتوح يدار بواسطة محرّك خارجى (Open Drive Centrifugal Water Chiller). والطراز الثانى من



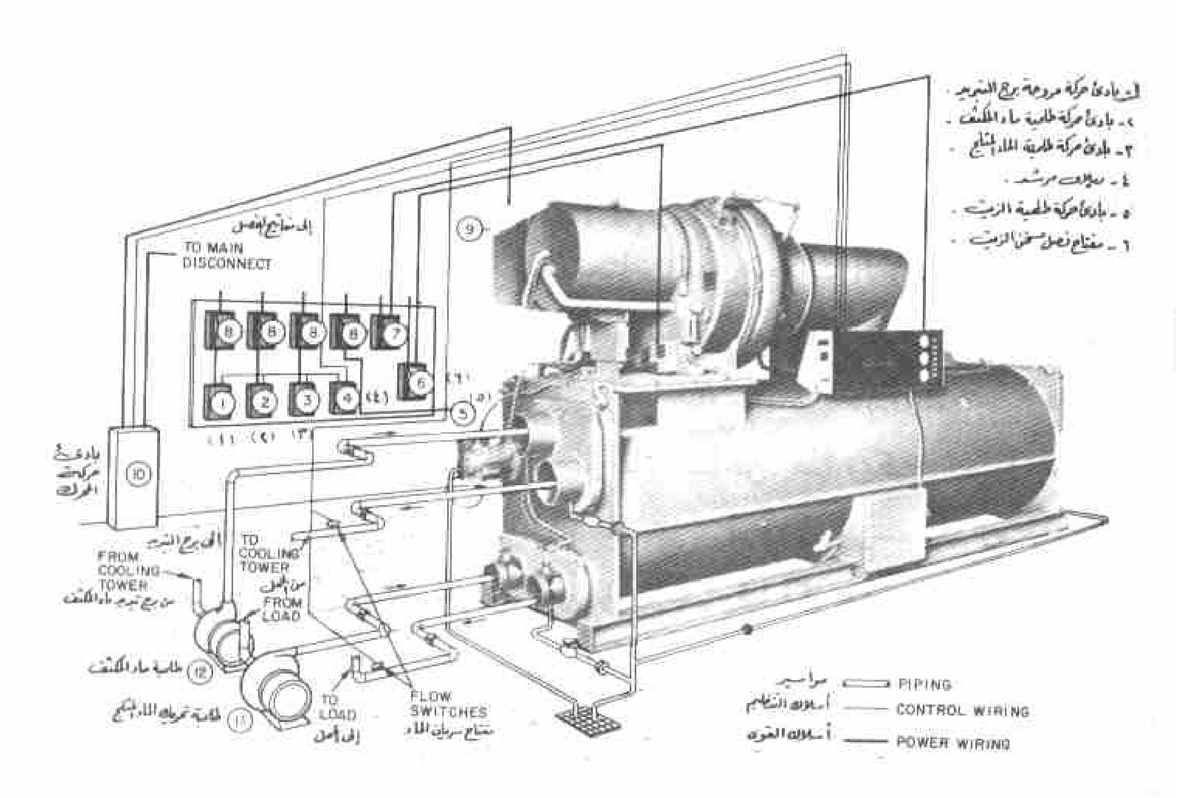
رسم رقم (٤-١٠) وحدة تثليج ماء مجمعة من الطراز الحديث الذى يشتمل على ضاغط طارد مركزى من النوع المفتوح.

هذه الوحدات يظهر شكله فى الرسم رقم (٤-١١) ويشتمل على ضاغط طارد مركز ى من النوع المحكم القفل (Hemetic centrifugal Chiller) الذى يجمع فى غلاف واحد كلًا من الضاغط الطارد والمحرك الذى يُديره والذى يتم تبريد ملفاته بواسطة بخار مركب التبريد الراجع من المبخّر.



رسم رقم (٤-١١) وحدة تثليج ماء مجمعة من الطراز الحديث الذى يشتمل على ضاغط طارد مركزى من النوع المحكم القفل.

الرسم رقم (٤-١٢) يوضّح التركيبات والتوصيلات النموذجية الخاصة بوحدة تثليج ماء ذات ضاغط طارد مركزى من النوع المحكم القفل. وهذه التوصيلات والتركيبات يمكن استعمالها أيضا بوحدات تثليج الماء ذات الضواغط الطاردة المركزية من النوع المفتوح



رسم رقم (٤-١٢) التركيبات والتوصيلات النموذجية الخاصة بوحدة تثليج ماء مجمعة ذات ضاغط طارد مركزى من النوع المحكم القفل.

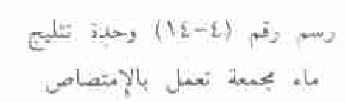
وكما سبق أن ذكرنا أنه تصنع فى الوقت الحاضر بعض الأحجام من وحدات تثليج الماء التى تشتمل على ضواغط طاردة مركزية يتم تبريد مكثفاتها بالهواء، ويمكن الحصول على هذه الوحدات المجمعة بسعة تتراوح مابين ١٣٠ و ٣٤٠ طن تبريد، وتركب خارج المبنى أو فوق سطح المبنى المراد تكييف هوائه، والرسم رقم (٤-١٣) يبين شكل هذا الطراز من الوحدات تظهر به الأجزاء الأساسية التى يتركب منها.

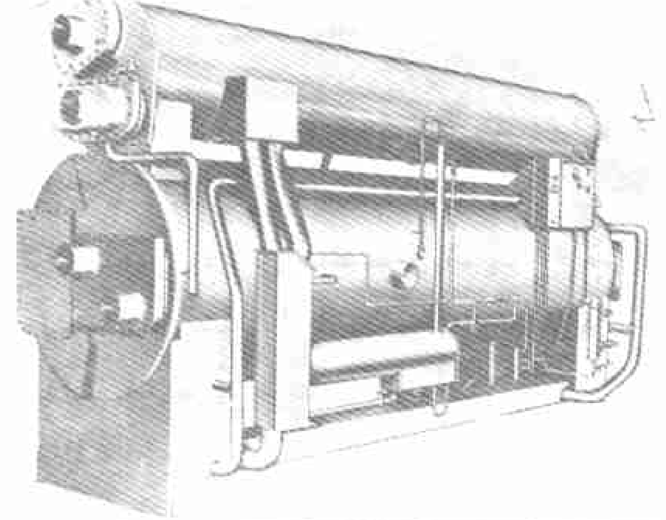


رسم رقم (٤-١٣) وحدة تثليج ماء مجمعة من الطراز الحديث الذى يشتمل على ضاغط طارد مركزى محكم القفل ويتم تبريد مكثفها بالهواء.

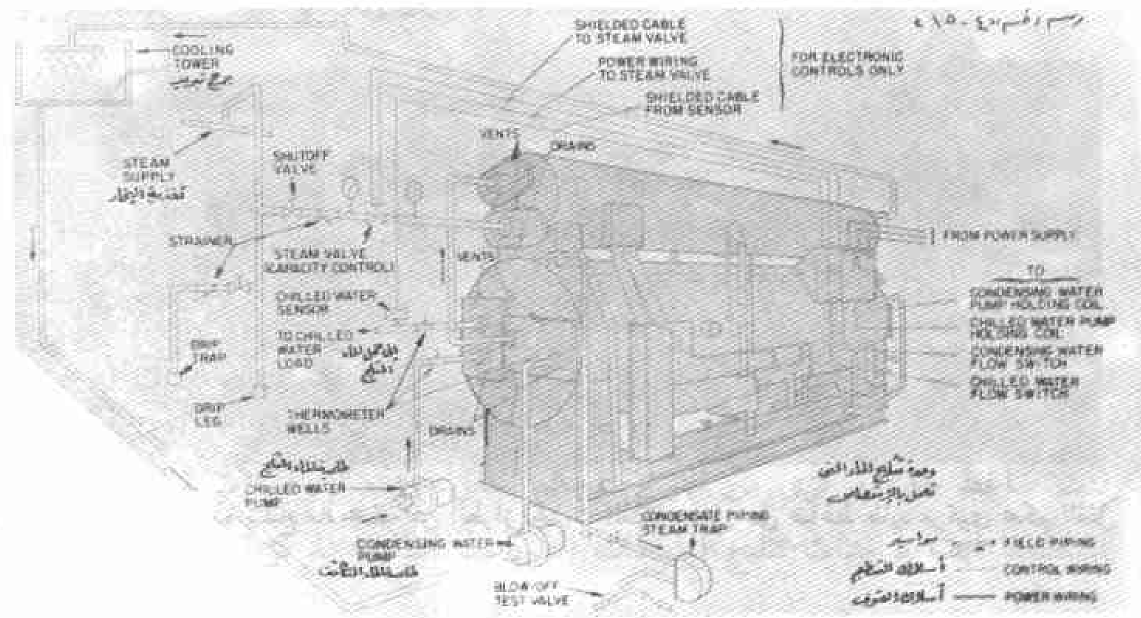
وحدات تثليج الماء التى تعمل بالامتصاص:

تختلف دائرة التبريد التى تعمل بالامتصاص عن دائـرة التبريـد الميكانيكيـة، حيث لا توجد بالدائرة التى تعمل بالامتصاص عملية انضغاط لمركب التبريد نظرًا لأن هـذه الدائرة لا تشتمل على ضاغط والطاقة التى نحتاج إليها لإحداث التبريد من هذه الدائرة تؤخـذ مباشـرة من الحرارة التى تستمـدّ من البخار أو المـاء الساخن بـدلاً من الطاقـة الكهربائية، ولذلك فإن وحدات تثليج الماء التى تعمل بالامتصاص عادة يتمّ اختيارها عندما تكون هناك طاقة حرارية متاحة مثل البخار أو الماء الساخن. هذا ويمكن الحصول على هذه الوحدات بسعة تتراوح ما بين ١٠٠ و ١١٢٠ طن تبريد أو أكثر. الرسم رقم (٤-١٤) يبين شكل وحدة تثليج ماء تعمل بالامتصاص، بينما الرسم رقم (٤-١٥) يوضّـع التركيبـات والتوصيلات النموذجية الخاصة بهذا الطراز من وحدات تثليج الماء.


رسم رقم (٤-١٤) وحدة تثليج ماء مجمعة تعمل بالإمتصاص



رسم رقم (٤-١٥) التركيبات والتوصيلات النموذجية الخاصة بوحدة تثليج ماء تعمل بالإمتصاص

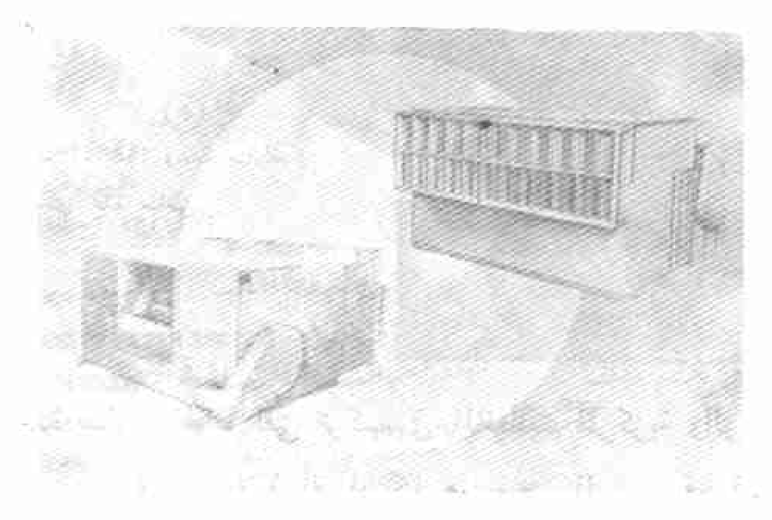


وحدات مناولة الهواء

توجد أنواع مختلفة من وحدات مناولة الهواء التى تستعمل فى عمليات تكييف الهواء المركزية، ولكننا سنناقش فى هذا الفصل من الكتاب نوعين أساسيين منها وهما: وحدات مناوله الهواء التى تركب فى المحطات المركزية (Central Station Air Handling Units)، ووحدات مناولة الهواء التى تركب بالغرف (Individual Room Air Handling Units).

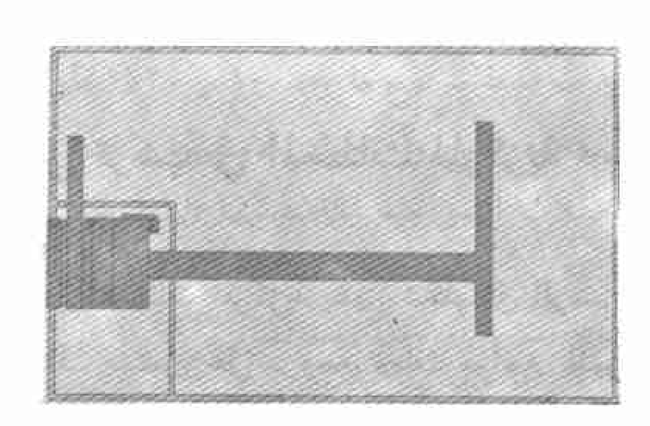
وحدات مناولة الهواء التى تركب فى المحطات المركزية

إن وحدات مناولة الهواء التى تركب فى المحطات المركزية يظهر شكلها فى الرسم رقم (٤-١٦) وتتكوّن بصفة أساسية من غلاف يشتمل على مروحة، وملف مواسير للتبريد وحوض لتجميع الرطوبة المتكاثفة. ونظرًا لأن هذه الوحدات مصمّمة لاستعمالات عديدة بالمبانى المختلفة فإنه يمكن الحصول عليها بأحجام كبيرة وبتركيبات تتيح إضافة ملفات تسخين، وأجهزة لرفع نسبة الرطوبة (Humidifiers)، وصناديق مرشحات هواء، وأقسام لبوابات الوجه والتهريب (Face And Bypass Dampers)، وصناديق لخلط الهواء (Mixing Boxes) بها، وذلك حتى يمكن استخدامها لعمليات تكييف الهواء الكاملة على مدار السنة.



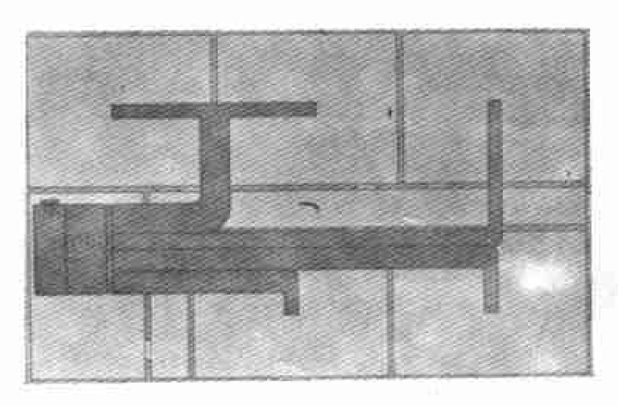
رسم رقم (٤-١٦) وحدات مناولة الهواء التى تركب فى المحطات المركزية.

هذا ويمكن الحصول على طرازين من وحدات مناولة الهواء التى تـركب فى المحطات المركزية. الطراز الأوّل منها يخدم منطقة واحدة ويسحب الهواء خلال الوحدة (Single Zone Draw thr U) والطراز الثانى منها يخدم عدة مناطق ويُدفع الهواء خلال الوحدة (Multizone Blow thru). إن الوحدات التى تخدم منطقة واحدة تدفع هواءً مكيّفًا بدرجة حرارة ونسبة رطوبة واحدة لجميع الحيّز المكيف التى تقوم بتغذيته كما هو موضّح بـالرسم المبسط رقم (٤-١٧). ويمكن أن يستعمل هذا الطراز من الوحدات إمّا للتبريد أو التدفئة ولكن ليس



رسم رقم (٤-١٧) وحدة مناولة هواء تغذى منطقة واحدة.

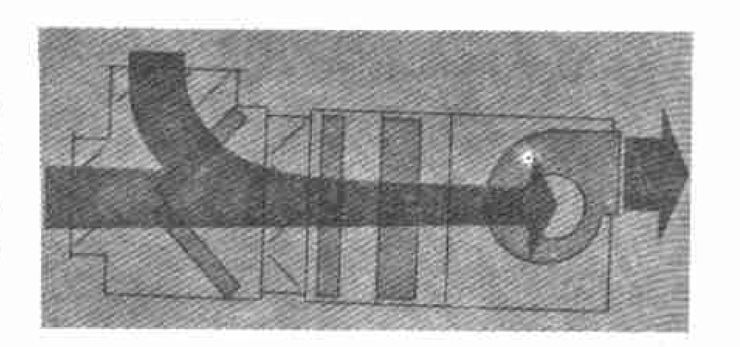
لهاتين العمليتين فى نفس الوقت. والوحدات التى تخدم عدّة مناطق من الناحية الأخرى مصمّمة لتدفع عددًا من مسارات الهواء بدرجات حرارة ونسب رطوبة مختلفة لأقسام منفصلة من الحيز المكيّف الذى تقوم بتغذية كما هو موضح بالرسم المبسط رقم (٤-١٨). وباستخدام هذه الطريقة فإن منطقة واحدة أو أكثر من المبنى يمكن أن يتم تبريدها، بينما المناطق الأخرى يتم تدفئتها فى نفس الوقت.



رسم رقم (٤-١٨) وحدة مناولة هواء تغذى عدة مناطق.

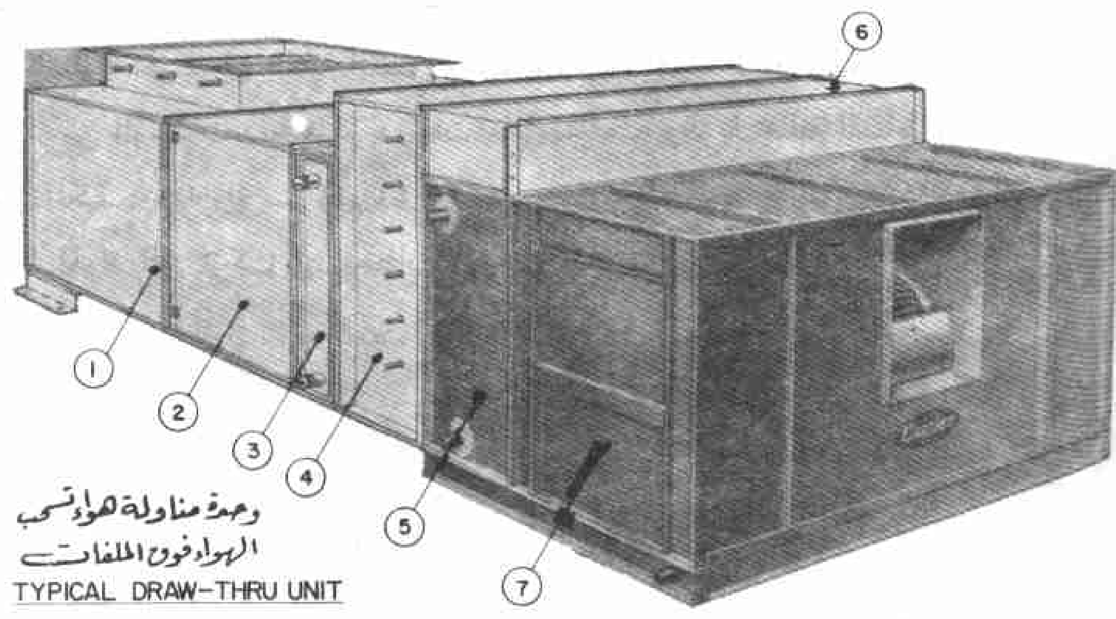
هذا ووحدة مناولة الهواء التى تركب فى المحطات المركزية والتى تخدم منطقة واحدة تتركب بصفة أساسية من ثلاثة أقسام كما هو مبين بالرسم رقم (٤-١٩) وهى: قسم المروحة، وقسم الملف، وحوض تجميع وتصريف الرطوبة المتكاثفة.

ويمكن استعمال أنواع مختلفة من الملفات فى هذه الوحدات تكون إمّا من نوع الملفات التى تعمل بطريقة التمدّد المباشر لمركب التبريد (Direct Expansion)، أو التى تعمل بالماء المثلج (Chilled Water Coil) وذلك للتبريد. وملفات تعمل بالماء الساخن أو البخار للتدفئة.



رسم رقم (٤-١٩) الأقسام الأساسية التى تتركب منها وحدة مناولة الهواء التى تركب فى المحطات المركزية والتى تخدم منطقة واحدة.

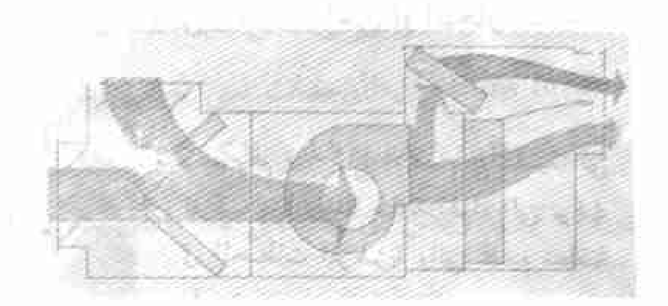
وكما هو مبيّن فى الرسم نجد فى هذا الطراز من الوحدات أن المروحة تسحب (Draw) الهواء خلال الملفات وتدفعه مباشرة إلى شبكة مجارى الهواء، والملفات مركّبة بها بالتوالى بحيث تسحب الهواء أوّلا. خلال ملفّات التسخين وبعد ذلك خلال ملفات التبريد.



(1) - MIXING BOX SECTION قسم صندوق الخلط
(2) - LOW VELOCITY FILTER SECTION قسم مرشحات الهواء
(3) - PREHEAT SECTION قسم التدفئة الإبتدائية
(4) - FACE AND BYPASS DAMPER SECTION قسم بوابات الوجه والتهريب
(5) - COIL SECTION قسم الملف
(6) - BYPASS DUCT مجرى التهريب
(7) - FAN SECTION قسم المروحة

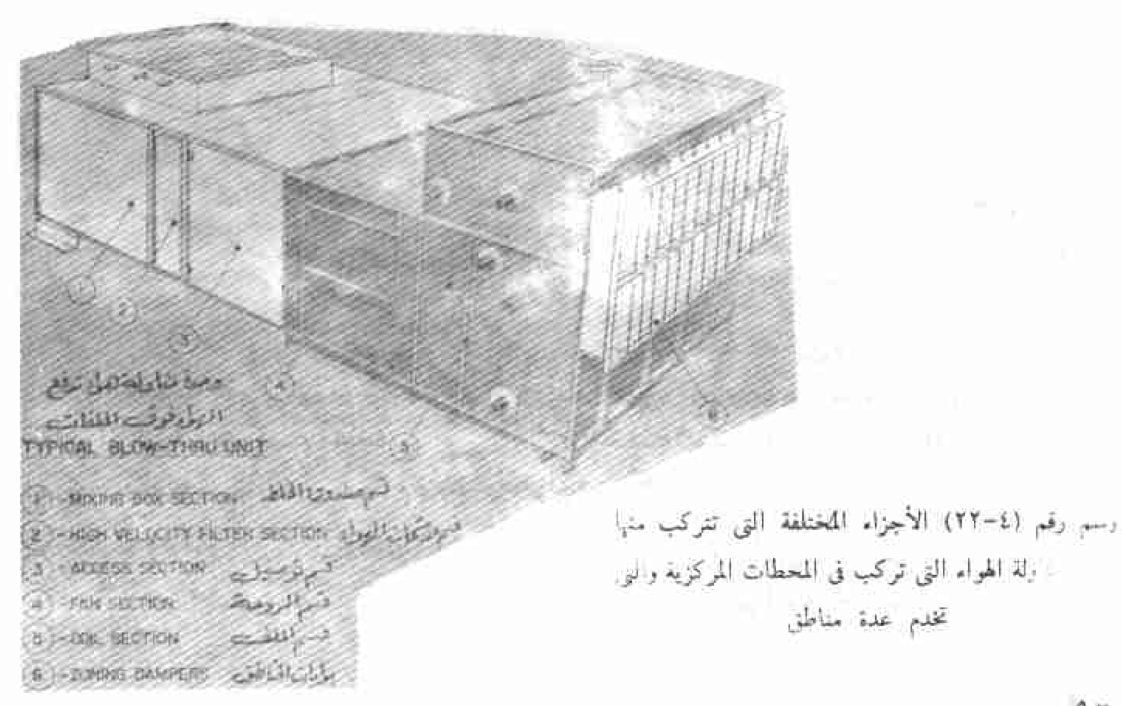
رسم رقم (٤-٢٠) الأجزاء المختلفة التى تتركب منها وحدة مناولة الهواء التى تركب فى المحطات المركزية والتى تخدم منطقة واحدة.

هذا والرسم رقم (٤-٢٠) يبين الأجزاء المختلفة التى تتركب منها وحدة مناولة الهواء التى تركب فى المحطات المركزية والتى تخدم منطقة واحدة.



رسم رقم (٤-٢١) الأقسام الأساسية التى تتركب منها وحدة مناولة الهواء التى تركب فى المحطات المركزية والتى تخدم عدة مناطق.

ووحدة مناولة الهواء التى تركب فى المحطات المركزية وتخدم عدة مناطق تشتمل على نفس الأقسام الثلاثة الأساسية الموجودة بالطراز الأوّل السابق شرحه، ولكنها مركّبة بترتيب مختلف، حيث يدخل الهواء قسم المروحة وبعد ذلك يُدفع (Blow) فوق الملفات كما هو مبين بالرسم رقم (٤-٢١). والملفات هنا مركبة بالتوازى وتيار الهواء الذى يُدفع من المروحة يتم تقسيم سريانه، حيث يمر جزء منه خلال ملفات التسخين وجزء آخر يمر خلال ملفات التبريد، ولذلك يكون هناك مساران للهواء - واحد دافىء وواحد بارد، يُدفعان من وحدة مناولة الهواء. إن عملية الفصل وخلط مسارات الهواء الدافئ والبارد التالية تُتيح لهذا الطراز من الوحدات دفع هواء بدرجات حرارة ونسب رطوبة مختلفة للمناطق المنفصلة من الحيز المكيف. هذا والرسم رقم (٤-٢٢) يبين الأجزاء المختلفة التى تتركب منها وحدة مناولة الهواء التى تركب فى المحطات المركزية والتى تخدم عدة مناطق.



رسم رقم (٤-٢٢) الأجزاء المختلفة التى تتركب منها [illegible]ولة الهواء التى تركب فى المحطات المركزية والتى تخدم عدة مناطق

الأجزاء الإضافية التى تركب بوحدات مناولة الهواء المركزية:

يمكن تركيب الأجزاء الإضافية الآتية بوحدات مناولة الهواء المركزية:

(أ) أجهزة رفع نسبة الرطوبة فى الهواء.

(ب) قسم بوابات (دامبر) الوجه والتهريب.

(جـ) صندوق مرشحات الهواء.

(د) صندوق خلط الهواء.

(هـ) قسم ملفات التدفئة الابتدائية.

(أ) أجهزة رفع نسبة الرطوبة فى الهواء:

يوجد ثلاثة طرازات من أجهزة رفع نسبة الرطوبة فى الهواء (Humidifiers) تستعمل عادة فى محطات مناولة الهواء المركزية وهى: أجهزة رفع الرطوبة ذات رشاشات الماء (Water spray Humidifiers)، وأجهزة رفع الرطوبة الشبكية بالبخار (Steam Grid Humidifiers)، وأجهزة رفع الرطوبة من طراز الحوض (Pan Type Humidifiers).

(ب) قسم بوابات (دامبر) الوجه والتهريب:

يعتبر قسم بوابات الوجه والتهريب جزءاً من عملية التنظ... س كجزء من أجزاء الوحدة. إن أقسام البوابات تستعمل فقط بوحدات مناولة الهواء المركزية التى تخدم منطقة واحدة، وتركب عند مدخل الهواء بقسم الملف. هذا وتستعمل بوابات التهريب الخارجية عندما يكون من الضرورى الاستفادة بجميع مساحة وجه الملف.

(جـ) صندوق مرشحات الهواء:

يركب هذا الصندوق بقسم الملف أو قسم البوابات عند استعماله بوحدات مناولة الهو... المركزية التى تخدم منطقة واحدة، وبقسم مدخل قسم المروحة عند استعماله بوحدات مناولة الهواء المركزية التى تخدم عدة مناطق.

(د) صندوق خلط الهواء

عندما تدعو الحاجة لإدخال هواء تهوية خلال وحدة مناولة الهواء المركزية، تستخدم عادة

صناديق الخلط وذلك لإعطاء نسب الخلط الصحيحة للهواء الخارجي والراجع عندما يُسحب الهواء خلال الملف. هذا وتقوم أيضاً بوّابات الهواء (دامبر) الموجودة بصندوق الخلط بقفل دخول الهواء الخارجي عندما لا تكون مروحة الوحدة تدور. ويمكن كذلك تركيب أجهزة تنظيم لهذه البوابات أوتوماتيكية تعمل على إدخال الهواء الخارجي عندما تكون درجة حرارته منخفضة وذلك للتبريد أثناء تشغيل الوحدة خلال الفترات بين الفصول.

(هـ) قسم ملفات التدفئة الابتدائية:

عند الاحتياج إلى استخدام كميات كبيرة من الهواء الخارجي البارد، فإنه قد يكون من الضروري تدفئة الهواء الذي يدخل قسم الملف تدفئة ابتدائية (Preheating) وذلك لتحاشي تجمّد هذا الملف (Freeze – up) في البلاد الباردة، وللتأكد من الحصول على السعة الكلية للتدفئة من الوحدة. ويُركّب قسم ملفات التدفئة الابتدائية هذا بين مرشح الهواء أو صندوق الخلط ومدخل وحدة مناولة الهواء.

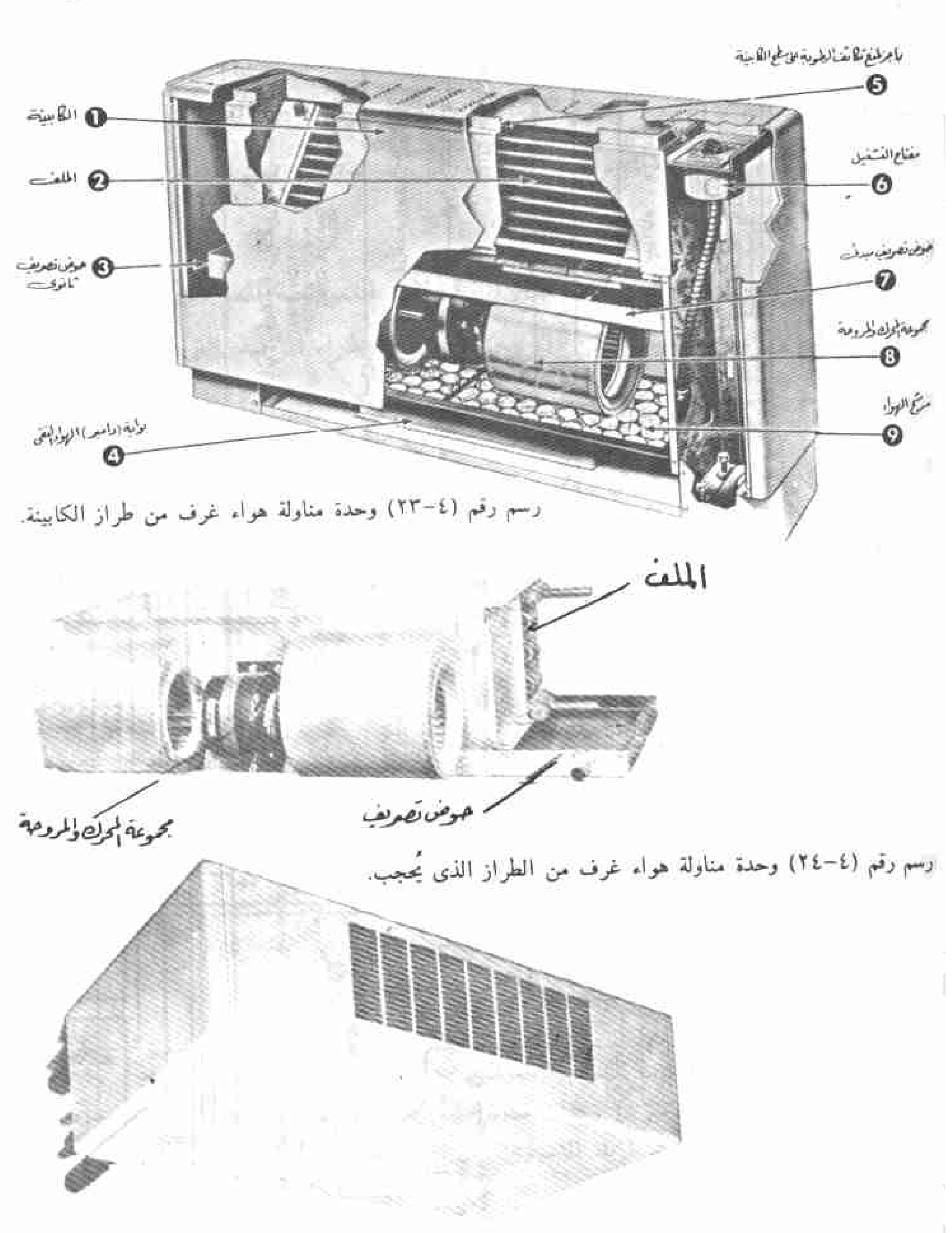
وحدات مناولة الهواء التي تركب بالغرف

إن وحدات مناولة الهواء التي تركب بالغرف (Individual Room Air Handling Units) مصمّمة للاستعمال في المباني الكبيرة ذات الغرف المتعدّدة مثل مباني المساكن، والفنادق، والمكاتب إلخ. إن سعة وحدات مناولة هواء الغرف هذه تعتبر صغيرة حتى ولو قورنت بأجهزة تكييف الهواء المجمعة. ويستعمل عدد كبير منها من محطات التبريد ذات السعة المتوسطة أو الكبيرة. ووحدات مناولة الهواء التي تركب بالغرف تتركب بصفة أساسية من ملفّ يمكن استعماله لكل من عملية التبريد والتدفئة، وحوض لتجميع وتصريف الرطوبة المتكاثفة على الملف، ومجموعة لتحريك الهواء (عادة مروحة) وقسم مرشح الهواء.

وهناك طرازان من وحدات مناولة هواء الغرف، تختلف بصفة مبدئية من ناحية مجموعة تحريك الهواء، وهذان الطرازان هما: الوحدة التي تشتمل على ملف ومروحة (Fancoil Unit)، والوحدة ذات الهواء التأثيري (Induced Air Unit). هذا ويوجد نوعان لكلّ طراز منها. الطراز الكابينة (Cabinet Model) والطراز الذي يُحجب (Concealed Model).

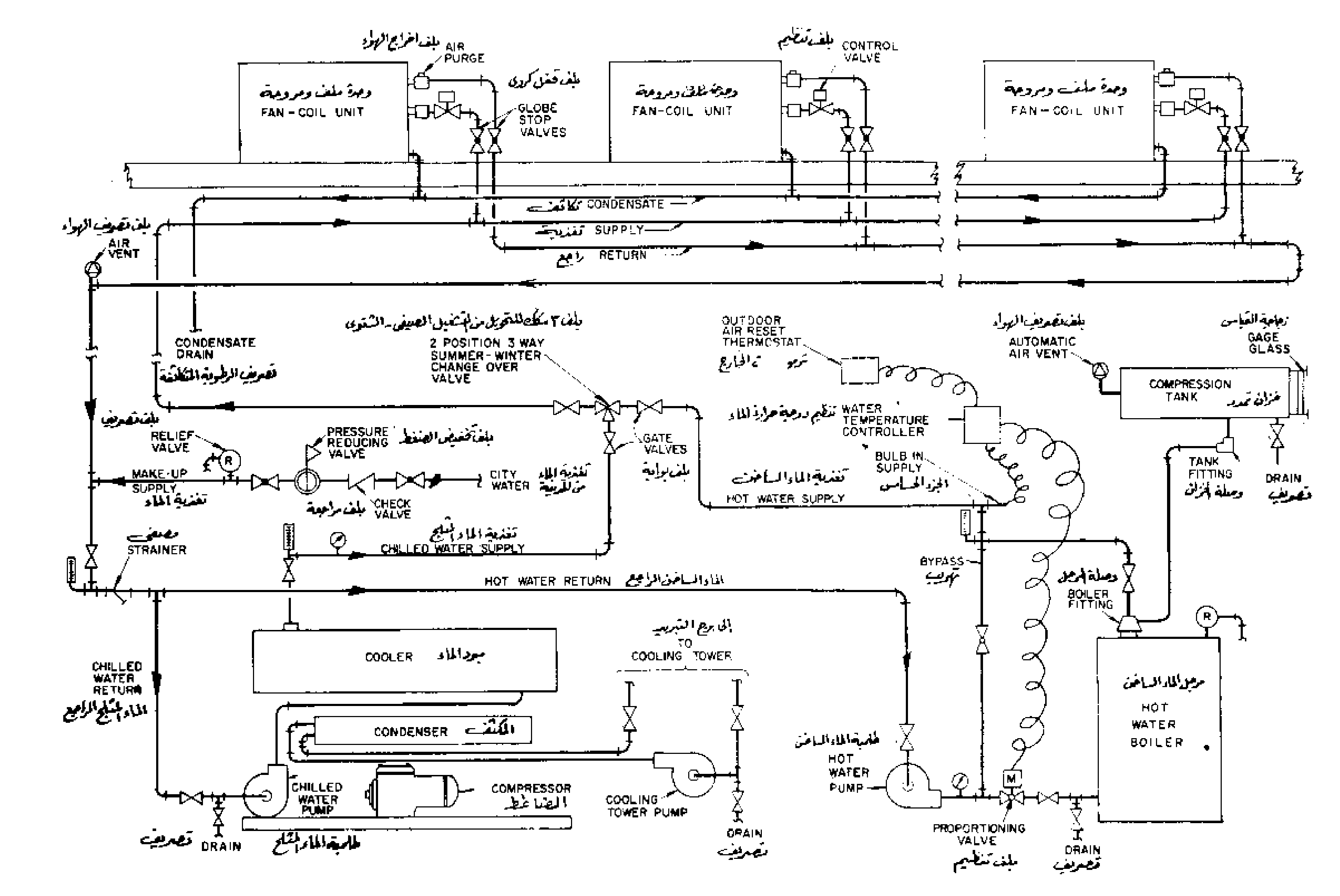
عمليات تكييف الهواء المركزية التى تشتمل على وحدات مناولة هواء من طراز الملف والمروحة

الرسم رقم (٤ – ٢٣) يبيّن شكل وحدة مناولة هواء غرف من طراز الكابينة، والرسم رقم (٤ – ٢٤) يبيّن شكل وحدة من الطراز الذى يُحجب. وتتركب هذه الوحدات من ملف



رسم رقم (٤–٢٣) وحدة مناولة هواء غرف من طراز الكابينة.

رسم رقم (٤–٢٤) وحدة مناولة هواء غرف من الطراز الذى يُحجب.

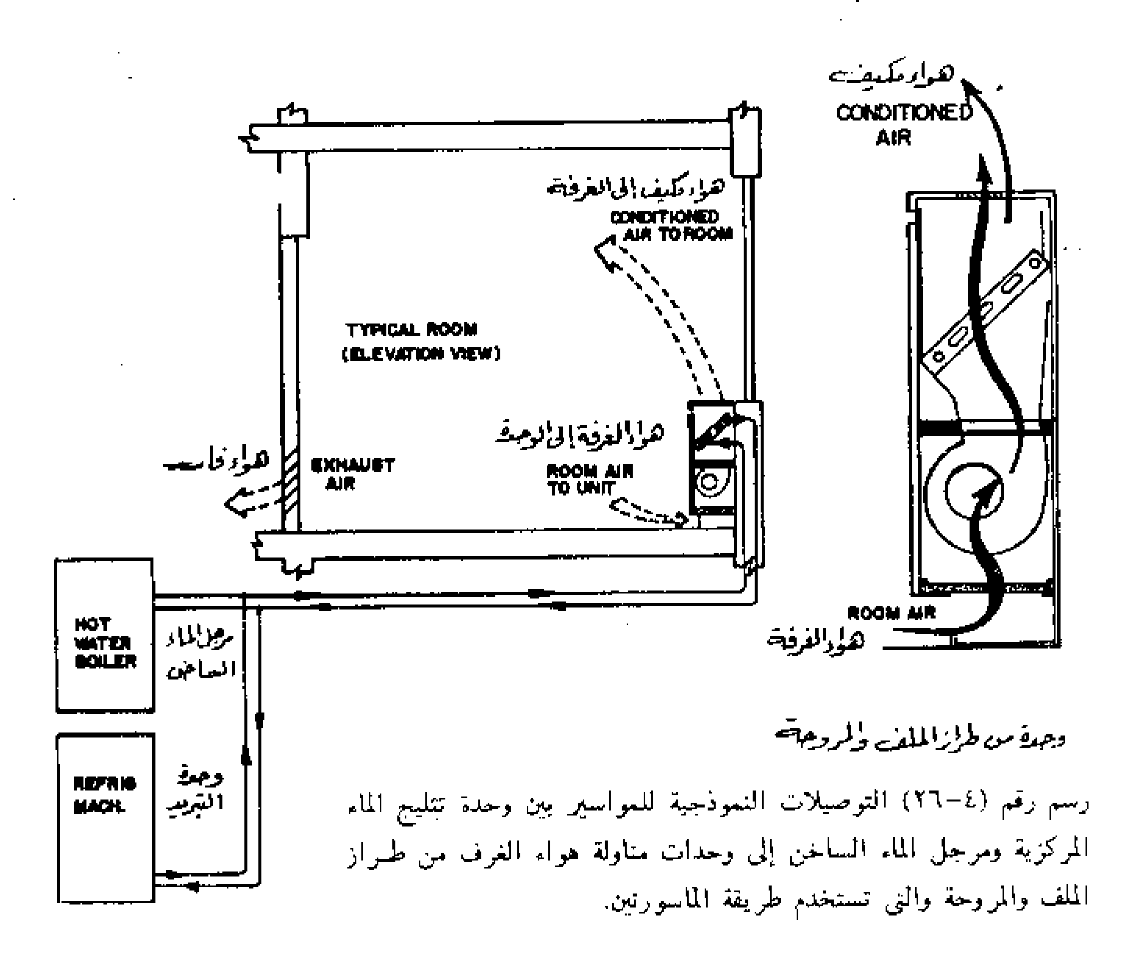


رسم رقم (٤–٢٥) رسم مبسط يوضح طريقة الماسورتين. خط التغذية وخط الراجع الخاص بعملية تكييف الهواء المركزية التي تشتمل على وحدات مناولة هواء غرف من طراز الملف والمروحة.

ماء، وحوض لتجميع وتصريف الرطوبة المتكاثفة على الملف، ومجموعة مروحة ومحرك، ومرشح هواء، وكابينة ومنظمات.

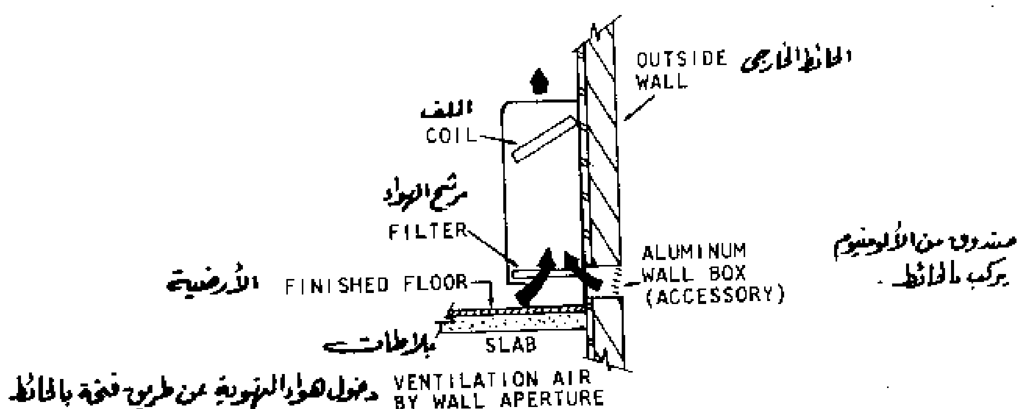
وتركيبات المواسير الشائعة الاستعمال مع هذا الطراز من الوحدات هي طريقة الماسورتين (Tow pipe System) التي تتكوّن من خط تغذية وخط راجع كما هو مبيّن بالرسم رقم (٤ - ٢٥). وتستعمل بلوف يدوية فى هذه الدائرة لإتاحة تحريك ماءٍ ساخن من مرجل (غلاية - Boiler) عند الحاجة إلى تشغيل عملية التدفئة. ونفس هذه المواسير تستعمل لتحريك ماء مثلج يؤخذ من وحدة تثليج الماء المركزية وذلك عند الحاجة إلى تشغيل عملية التبريد. هذا ويوجد خط لتصريف الرطوبة التى قد تتكاثف على الملف الموجود بالوحدة أثناء دورة التبريد.

هذا والرسم رقم (٤ - ٢٦) يوّضح التوصيلات النموذجية للمواسير بين وحدة تثليج الماء المركزية ومرجل الماء الساخن إلى وحدات مناولة الهواء المركبة بالغرف من طراز الملف والمروحة التى تستخدم طريقة الماسورتين.

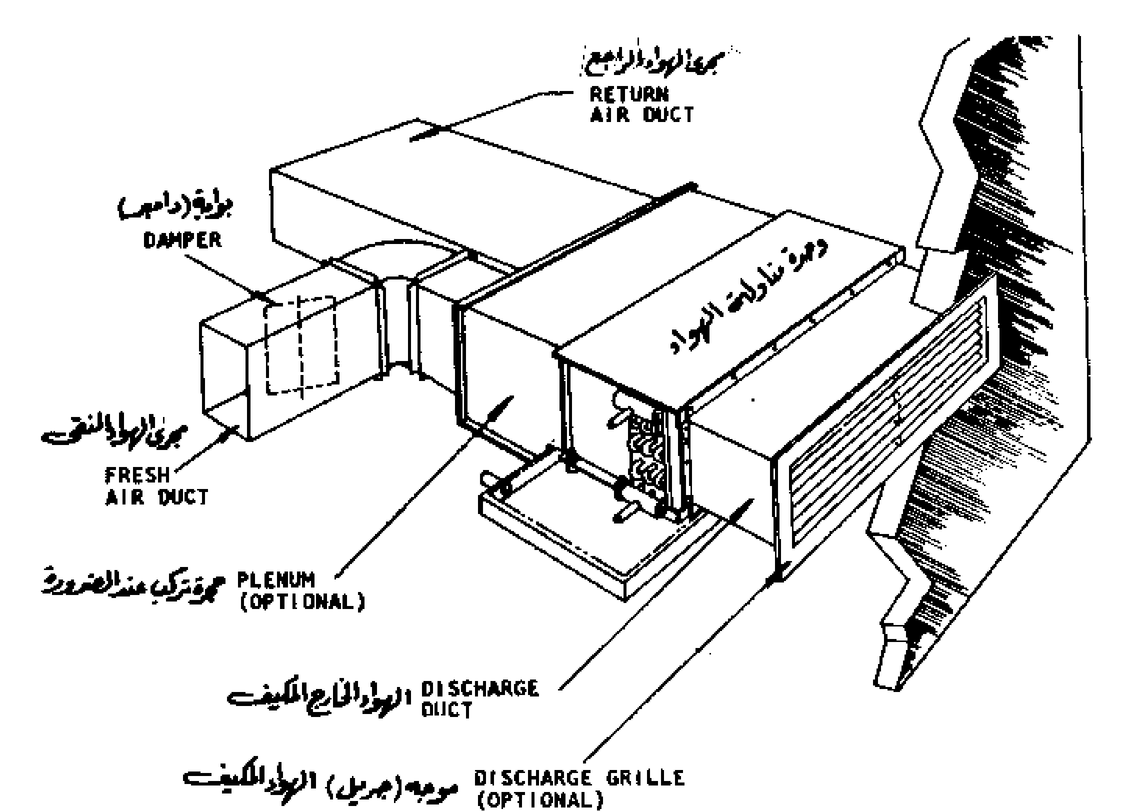


رسم رقم (٤-٢٦) التوصيلات النموذجية للمواسير بين وحدة تثليج الماء المركزية ومرجل الماء الساخن إلى وحدات مناولة هواء الغرف من طراز الملف والمروحة والتى تستخدم طريقة الماسورتين.

هذا ويمكن إدخال هواء التهوية (Air Ventilation) إلى داخل الغرف وذلك بسحب الهواء من الخارج خلال فتحة تجهز بالحائط إلى ناحية مدخل الوحدة من طراز الكابينة كما هو موضّح بالرسم رقم (٤ – ٢٧)، أو عن طريق تركيب مجارى هواء لسحب هذا الهواء من الخارج ومع تركيب بوابة (دامبر) بهذه المجارى وذلك للتحكم فى كمية الهواء الخارجى التى تسحبها الوحدة من الطراز الذى يُحجب وكما هو موضّح بالرسم رقم (٤ – ٢٨).



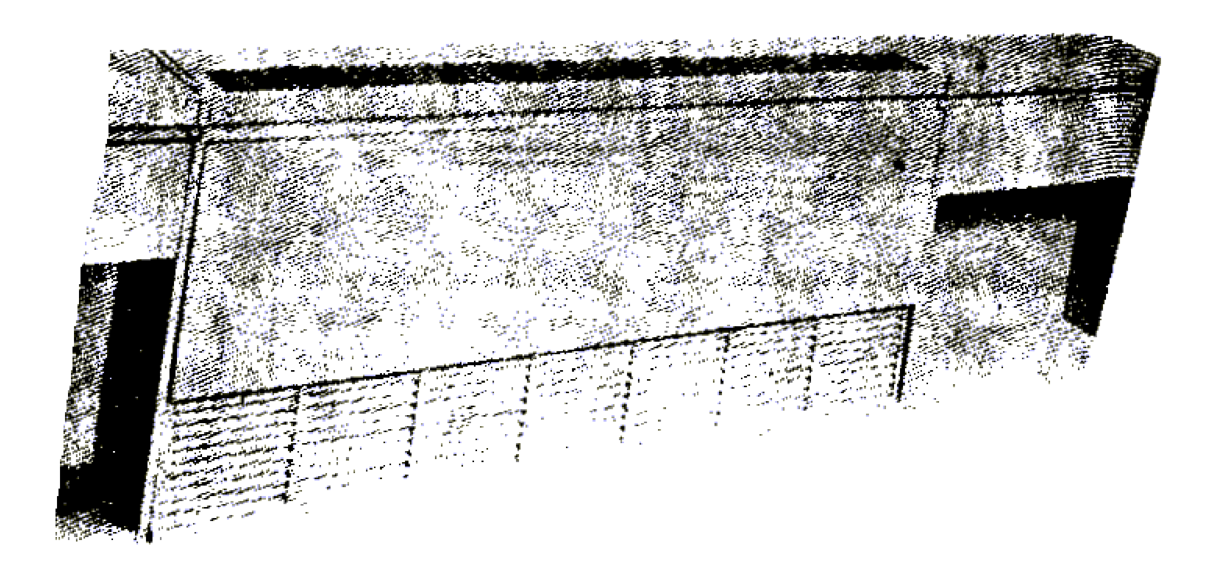
رسم رقم (٤–٢٧) طريقة إدخال هواء التهوية إلى الغرفة من خلال فتحة بالحائط إلى ناحية مدخل وحدة مناولة الهواء من طراز الكابينة.



رسم رقم (٤–٢٨) طريقة إدخال هواء التهوية إلى الغرفة عن طريق تركيب مجارى هواء، وبوابة (دامبر) بهذه المجارى مع طراز وحدات مناولة الهواء التى تُحجب.

عمليات تكييف الهواء المركزية التى تشتمل على
وحدات مناولة هواء تأثيرية بالغرف

إن عملية تكييف الهواء المركزية التى تشتمل علّى وحدات من الطراز التأثيرى (Induc-tion Units) كالتى يظهر شكلها فى الرسم رقم (٤ - ٢٩) قد صممّت لتفى باحتياجات تكييف الهواء الخاصة بغرف أو أماكن النواحى الخارجية (Perimeter Spaces) من المبانى ذات الغرف المتعدّدة، وبوجه خاص للأماكن التى لها خواص حرارة محسوسة عكسية، حيث يكون حيّز منها يحتاج إلى تبريد، بينما يكون حيّز قريب من هذا الحيّز يحتاج إلى تدفئة. وهى تناسب تماماً المبانى العالية الارتفاع جدًّا والتى تحتاج إلى أقلّ حيز لتشغيل وحدات تكييف الهواء وأعمال مجارى الهواء اللازمة لها.

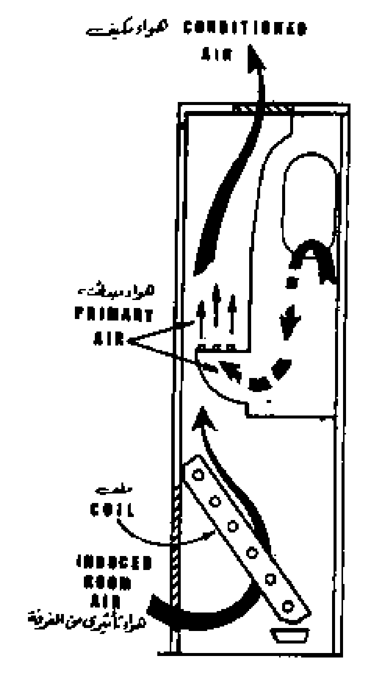


رسم رقم (٤-٢٩) الشكل الخارجى لوحدات مناولة هواء غرف من الطراز التأثيرى.

ويوضّح الرسم رقم (٤ - ٣٠) عملية تكييف هواء مركزية نموذجية خاصّة بوحدات مناولة الهواء التأثيرية التى تركب بالغرف. ويُسحب الهواء الخارجى الخاص بعملية التهوية إلى وحدة تكييف الهواء المركزية حيث يتم ترشيحه ويسخن مبدئيًّا (Preheated)، وتزاد رطوبته (Humidified) خـلال فصل الشتـاء، أو يتم تبريـده، وتخفيض نسبة رطـوبتـه (Dehumidified) خلال فصل الصيف.

رسم رقم (٤-٣٠) رسم مبسط يوضح عملية تكييف هواء مركزية خاصة بوحدة مناولة هواء تأثيرية تركب بالغرف.

الرسم رقم (٤ - ٣١) يبيّن قطاعاً مبسّطاً نموذجيًّا لوحدة مناولة هواء تأثيرية تركّب بالغرف، حيث ينقل الهواء المبدئى ذو الضغط العالى إلى وحدات مناولة الهواء التأثيرية المركبة بالغرف المختلفة بالمبنى خلال شبكة مجارى هواء ذى سرعة عالية. وتدخل كمية من الهواء

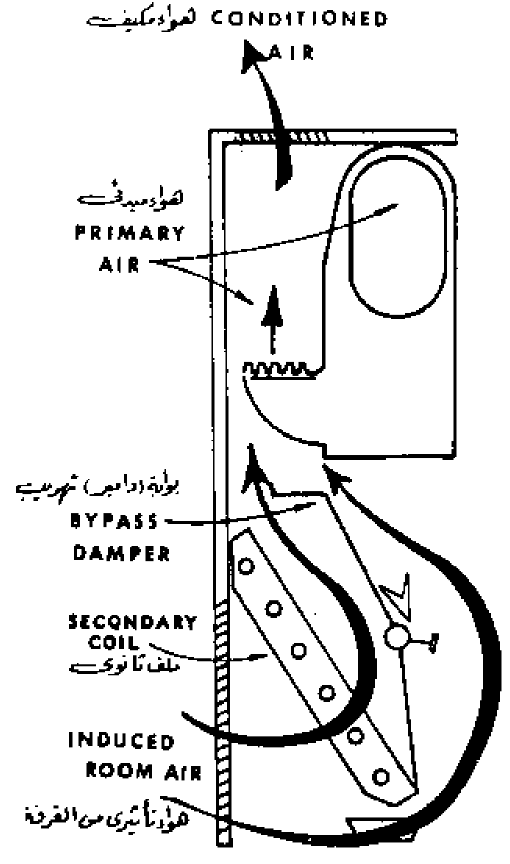


رسم رقم (٤-٣١) قطاع بوحدة مناولة هواء غرف تأثيرية، تظهر به الأجزاء المختلفة التى تشتمل عليها هذه الوحدة.

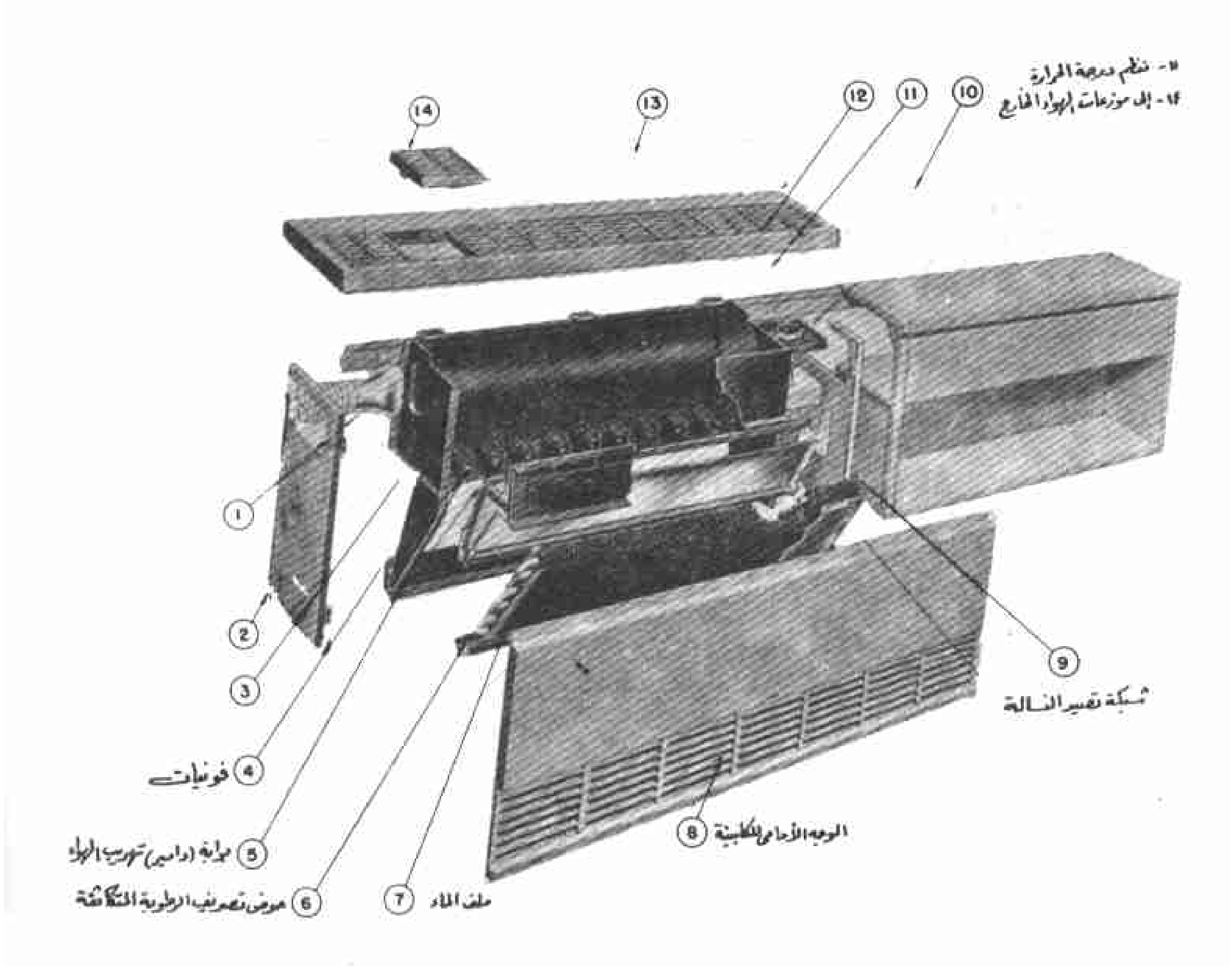
المبدئى ذات حجم ثابت حجرة (Plenum) لتخفيض صوت هذا الهواء وتوزيعه. ويُدفع بعد ذلك هذا الهواء ذو الضغط العالى خلال مجموعة من الفونيات (Nozzles) حيث يسحب هواء الغرفة بحركة تأثيرية (Induces Room Air) خلال ملف مواسير ماء ثانوى. ويكون حجم الهواء الكلّى الذى يُدفع إلى الغرفة بهذه الطريقة حوالى من أربعة إلى ستّة مرات أكبر من كمية الهواء المبدئية التى تدخل الوحدة التأثيرية.

هذا وتُستعمل طريقتان أساسيّتان لتنظيم عمل الملف الثانوى، حيث نجد أن وحدة مناولة الهواء التأثيرية الظاهرة فى الرسم رقم (٤ - ٣١) مجهزّة ببلف عاكس خانق للماء يتمّ تنظيمه بواسطة الترموستات الخاص به أو بواسطة ترموستات عادى يعمل بضغط الهواء (Pneumatic Thermostat). وأى نوع من هذه المنظمات يعمل على تنظيم سريان الماء البارد أو الساخن خلال الملف الثانوى وذلك للمحافظة على درجة حرارة الغرفة المطلوبة.

هذا والرسم المبسّط رقم (٤ - ٣٢) يبيّن شكل وحدة تعرف باسم الوحدة التأثيرية ذات بوابة لتهريب الهواء (Air Bypass Induction Unit)، حيث يكون مقدار سريان الماء خلال الملف الثانوى ثابتاً، ويتمّ تغيير السعة بواسطة تنظيم سريان هواء الغرفة فوق هذا الملف بواسطة بوّابة تهريب (Bypass Damper). وتشتمل هذه الوحدة على المنظمات الخاصة بها كما يظهر ذلك بالرسم رقم (٤-٣٣) الذى يوضح أيضًا الأجزاء المختلفة التى تتركب منها الوحدة الثانوية ذات تهريب الهواء التى تركب بالغرف.



رسم رقم (٤-٣٢) رسم توضيحى يبين الأجزاء المختلفة التى تتكون منها وحدة مناولة هواء غرف تأثيرية، تشتمل على بوابة (دامبر) لتهريب الهواء.

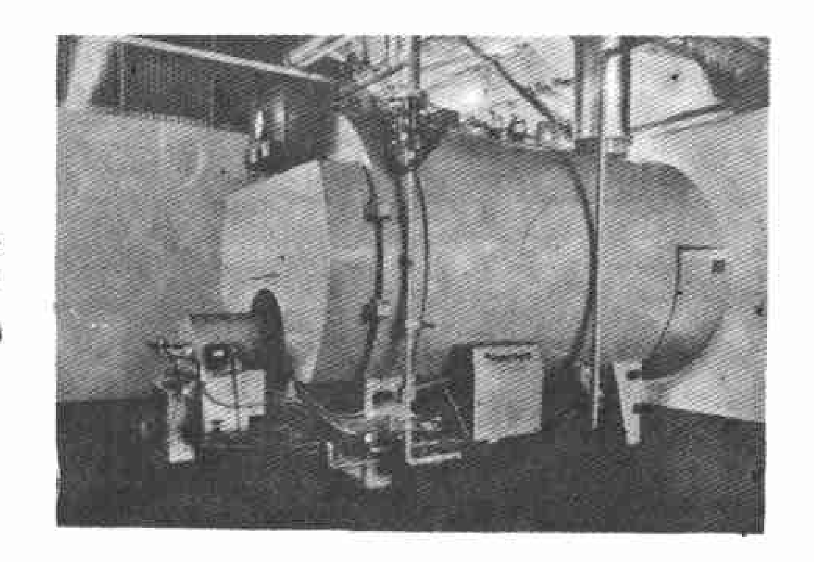


رسم رقم (٤-٣٣) الأجزاء المختلفة والمنظمات الخاصة التى تشتمل عليها وحدة مناولة هواء غرف تأثيرية ذات بوابة (دامبر) لتهريب الهواء.

مراجل (غلّايات) الماء الساخن والبخار

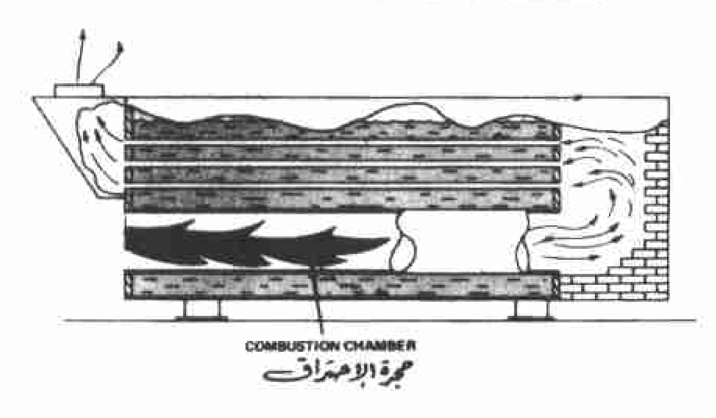
تركّب عادة فى الوقت الحاضر فى معظم محطات تكييف الهواء المركزية مراجل (غلّايات) من الطراز الإسكتلاندى المجمّع (Packaged Scotch Boilers) كالتى يظهر شكلها فى الرسم رقم (٤ - ٣٤)، وتستعمل عند الحاجة إلى ضغوط تشغيل تصل إلى ١٥٠ رطلاً على البوصة المربعة للبخار أو الماء الساخن والتى تصل نسبة استخدامها إلى حوالى ٦٥٪ من احتياجات السوق التجارية والصناعية. ومن ناحية الاستعمال نجد أن ٩٠٪ من جميع مراجل الضغط المنخفض للبخار والماء و٢٥٪ من جميع مراجل الضغط العالى للبخار تستخدم فى السوق الخاص بمحطات تكييف الهواء المركزية، بينما ١٠٪ من جميع مراجل

الضغط المنخفض و٧٥٪ من جميع مراجل الضغط العالى تستخدم فى السوق الخاص بالعمليات الصناعية.



رسم رقم (٤-٣٤) شكل المرجل (الغلاية) المجمع من الطراز الإسكتلاندى.

والمرجل من الطراز الإسكتلاندى المجمّع الذى يظهر قطاع به فى الرسم رقم (٤ - ٣٥)، وكما نعرف من اسمه قد تمّ إنتاجه فى أوّل الأمر فى إسكتلاندة وذلك ليفى باحتياجات البواخر كمرجل له حجم مناسب بالنسبة لهذا الاستعمال. وقد تم تحقيق هذا الحجم المناسب باستعمال فرن ذى مواسير (Tublar Furnace) داخل غلاف جسم المرجل نفسه، وبذلك أمكن تحاشى استعمال فرن خارجى كبير يصنع من الطوب المقاوم للحرارة (refractory) كالذى كان يستخدم مع المراجل القديمة ذات مواسير اللهب.

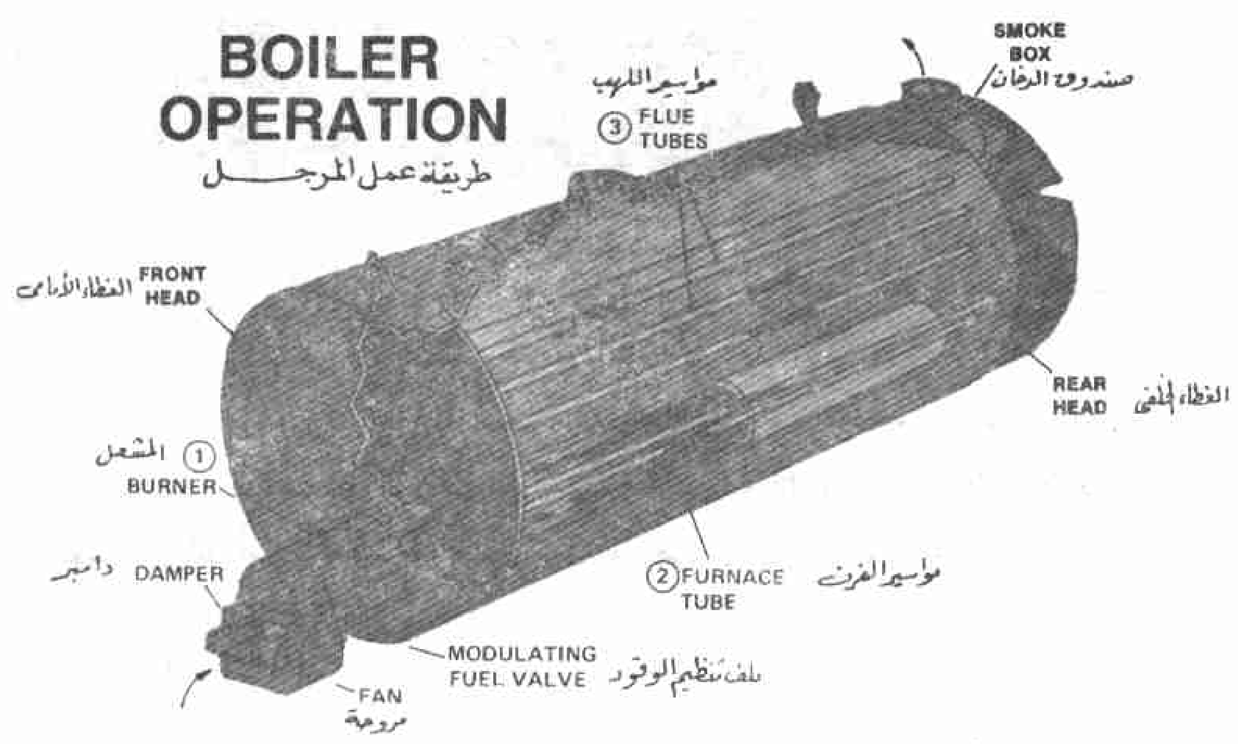


رسم رقم (٤-٣٥) قطاع بالمرجل (الغلاية) المجمع من الطراز الإسكتلاندى يوضح إتجاه مرور اللهب بداخله.

هـذا والمراجـل المجمعة الحـديثة تتـركب ليس فقط من المرجـل ووحدة الاحتـراق (Burner)، ولكنها تشتمل أيضاً على أجهزة التنظيم وأسلاك التوصيلات اللازمة للتشغيل الأوتوماتيكى للمرجل.

طريقة عمل المرجل (الغلاية).

الرسم رقم (٤ - ٣٦) يبين قطاعاً فى مرجل نموذجى من الطراز الإسكتلاندى المجمع تظهر به الأجزاء المختلفة التى تتركب منها، وتتكون من الأجزاء الأساسية الآتية:



رسم رقم (٤-٣٦) الأجزاء المختلفة الأساسية التى يتركب منها المرجل (الغلاية) المجمع من الطراز الإسكتلاندى.

وحدة الاحتراق (Burner):

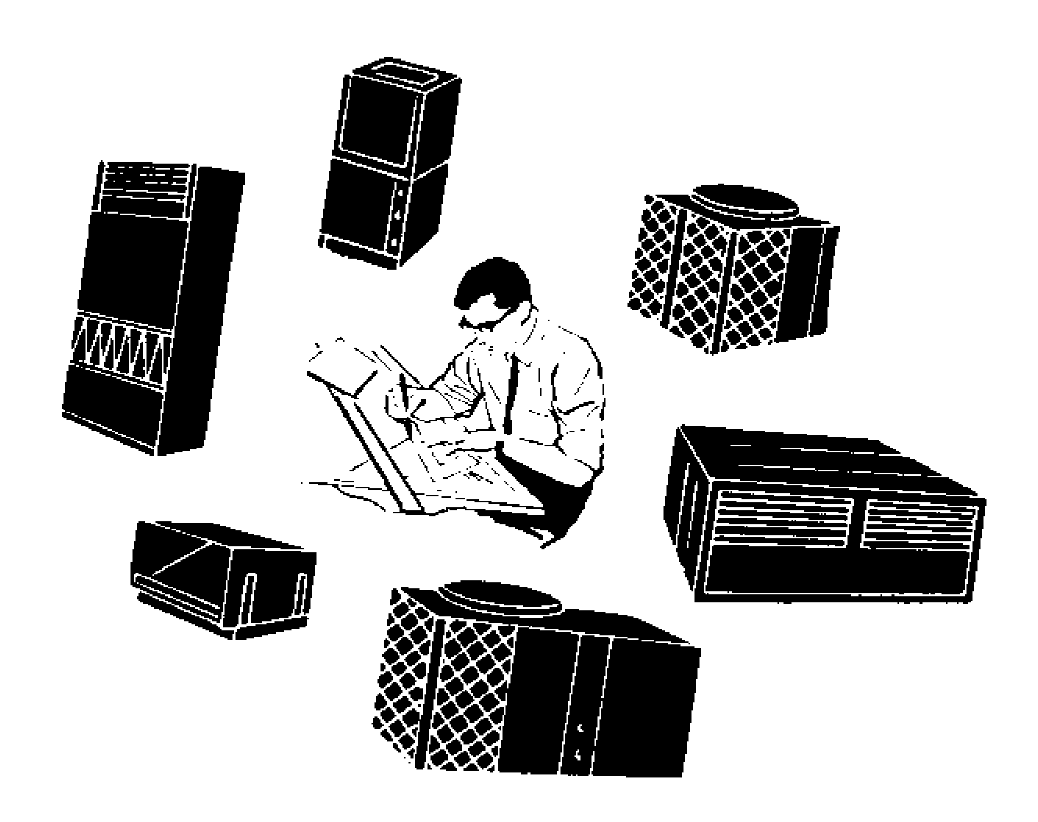
إن وحدة احتراق الزيت أو الغاز ومروحة احتراق الهواء فى هذا المثال من المراجل هى من الـطراز الأفقى الحاقن (Horizontal in-shot Type)، حيث يُسحب الـوقود وهـواء الاحتراق إلى وحدة الاحتراق بكميات محسوبة خلال محرك إدارة، ومجموعة بلف تنظيم الوقود وبوابة (دامبر) هواء كما هو مبيّن بالرسم رقم (٤ - ٣٦). وتقوم بعد ذلك وحدة الحقن بإحداث مخلوط احتراق من الوقود والهواء وتحقنه مع الهـواء اللازم لإتمام عملية

الاحتراق داخل مواسير الفرن، حيث يتم إشعاله مبدئيًا بواسطة لهب غاز مرشد (Gaspilot Flame).

مواسير الفرن (Furnace Tube):

إن الإشعاع المباشر من الوقود المحترق قد يتحوّل إلى شكل يستفاد منه وذلك لتسخين الماء بواسطة سطح مواسير الفرن. وبتغليف عملية الاحتراق، فإن مواسير الفرن تحصر طاقة الحرارة المشعّة وتنقلها عن طريق التوصيل خلال جدرانها إلى ماء المرجل. والمنتجات التي تحدث من عملية الاحتراق تمّر من الفرن وتوجه إلى مواسير التسريب بواسطة المجمعات (Headers). هذا وغاز التسرب الذى يترك ممّر المواسير النهائى يُطرد إلى الخارج بواسطة المدخنة وعن طريق صندوق الدخان الموجود بالمرجل.

الفصل الخامس



وحدات تكييف الهواء المركزية المجمعة

الفصل الخامس

وحدات تكييف الهواء المركزية المجمعة

عندما تكون وحدة تكييف الهواء الكاملة مصمّمة لتعمل بطريقة مركزية وتكون جميع أجزائها مركبة داخل كابينة من الصاج، فإنه يطلق على هذا الطراز من الوحدات «جهاز تكييف الهـواء المركـزى المجمع – Central Airconditioning Package» وتصنـع هـذه الأجهزة بقدرات مختلفة تتراوح سعتها ما بين ٣ طن و ٤٠ طن تبريد، وتستعمل عـادة لتكييف هواء المساكن والمكاتب الكبيرة والمحلات التجارية. وهى تحل فى كثير من الأحيان محلّ أجهزة تكييف الهواء المركزية التى يتمّ تجميع أجزائهـا المختلفة فى أمـاكن التشغيل والسابق شرحها فى الفصل الرابع من الكتاب. ويمتاز هذا الطراز من الأجهزة عن الأنواع الأخرى من أجهزة تكييف الهواء فى النواحى الآتية:

١ – لا تحتاج إلى تغيير أو تعديل لشكل المبانى التى تركب بها. كما أنها لا تحتاج كذلك فى كثير من الحالات إلى وصلها بمجارى هواء لتوزيع الهواء المكيف على الأماكن المختلفة الموجودة فى أنحاء متفرقة من المبنى.

٢ – سهولة تركيبها وتوصيلها بالتيار الكهربائى اللازم لتشغيلها، وكذلك بمواسير الماء اللازم لتبريد المكثف الذى تشتمل عليه، وذلك فى حالة إحتوائها على مكثّف يتم تبريده بالماء.

٣ – بتركيب مجموعة من أجهزة تكييف الهواء المجمعة فى أماكن مختلفة من المبنى يمكن استعمال بعضها فقط فى حالة وجود أشخاص ببعض هذه الأماكن والاستغناء عن استعمال باقى الأجهزة فى الأماكن الأخرى التى لا يتواجد بها أشخاص. وهـذه الحالـة لا يمكن اتباعها فى حالة تركيب جهاز تكييف هواء مركزى عادى لجميع المبنى؛ إذ أننا فى هذه الحالة سنضطر لتشغيل الجهاز كله لتكييف جزء صغير من المبنى.

٤ – يمكن تنظيم درجة حرارة كل جزء من المبنى الذى تركّب به مجموعة من أجهزة تكييف الهواء المجمعة كل على حدة وذلك حسب الرغبة وحسب موقع كل جزء بالنسبة لمواجهته لأشعة الشمس والظل.

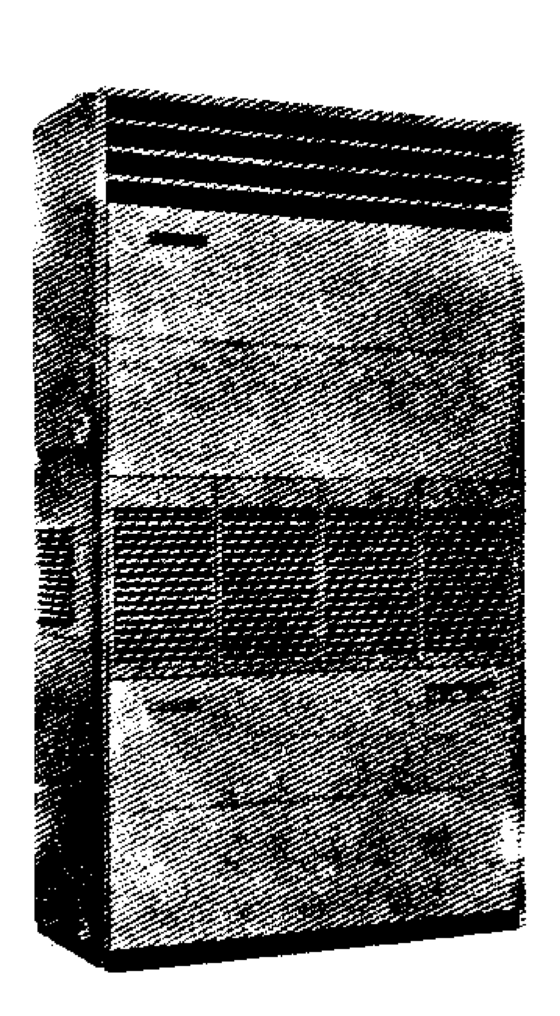
٥ – بتركيب مجموعة من أجهزة تكييف الهواء المجمعة فى أماكن مختلفة من المبنى، فإننا بذلك نتحاشى تعطيل تكييف الهواء فى المبنى بأكمله كما هو الحال عند تركيب جهاز تكييف هواء مركزى عادى لجميع المبنى وحدوث عطل به.

٦ – سهولة نقل جهاز تكييف الهواء المجمع عند النقل إلى مكان آخر.

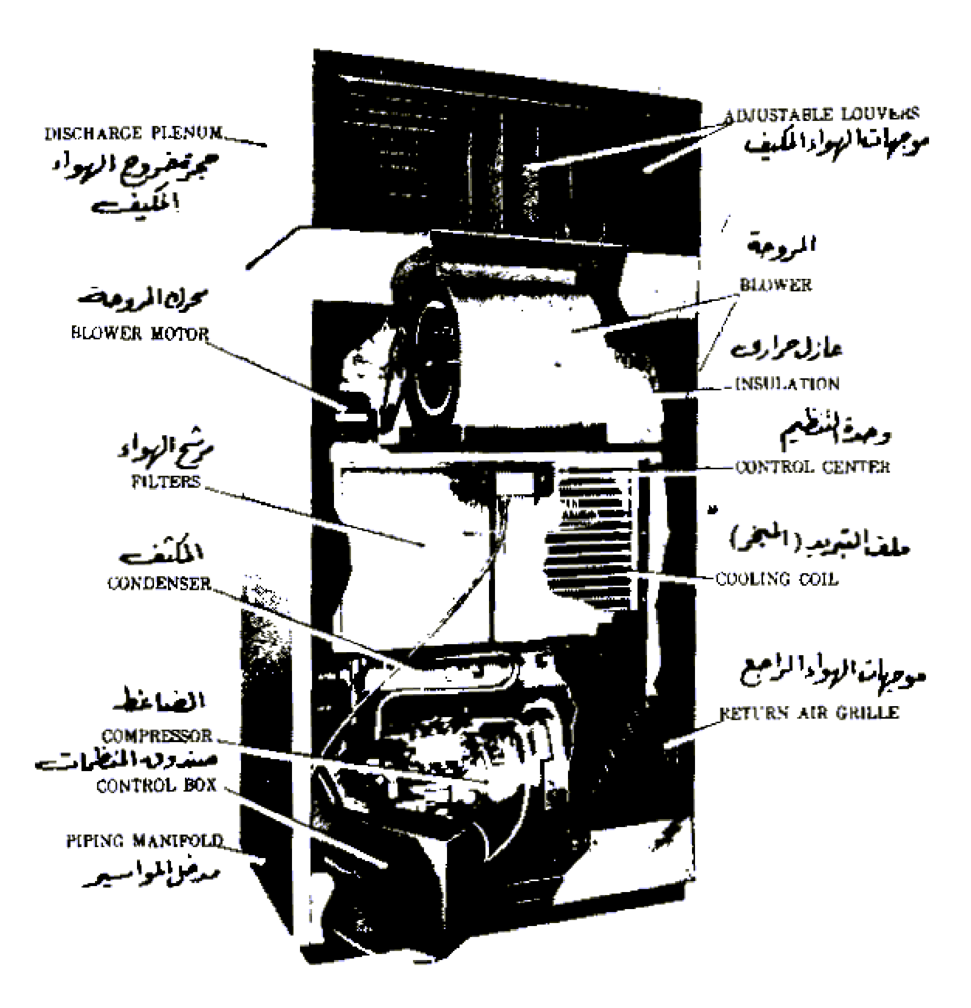
هذا ويمكن الحصول على أجهزة تكييف الهواء المركزية المجمعة بالأشكال المختلفة الآتية:

أجهزة تكييف الهواء المجمعة الرأسية

يظهر الشكل الخارجى لهذا الطراز من الأجهزة فى الرسم رقم (٥ – ١). وهذه الأجهزة إمّا تشتمل على ضواغط من النوع المحكم القفل (Hermetic Type) كالمركّبة فى الجهاز



رسم رقم (٥-١) الشكل الخارجى لجهاز تكييف الهواء المجمع الرأسى.



رسم رقم (٥-٣) الأجزاء المختلفة التى يتركب منها جهاز تكييف الهواء المجمع الرأسى الذى يشتمل على ضاغط نصف محكم القفل ويتم تبريد مكثفة بالماء.

مكثف يتم تبريده بالهواء كالظاهر بالرسم رقم (٥ – ٤)، أو يوصل الجهاز مع وحدة مكثف يبرد بالهواء من النوع الذى يركب فى الخارج بعيداً عن مكان تركيب الجهاز نفسه.

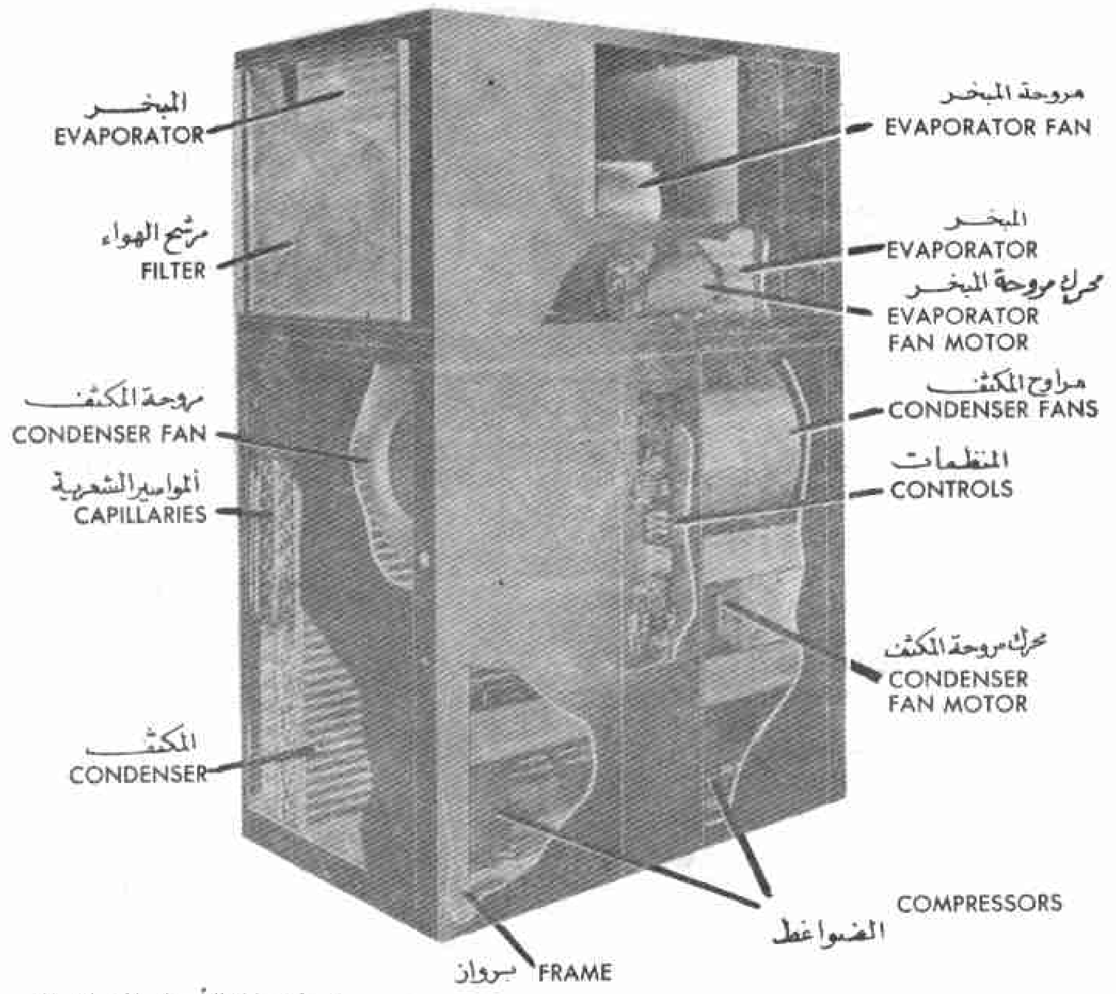
(Remote Aircooled COndenser) كالظاهر فى الرسم رقم (٥ – ٥).

طرق توزيع الهواء بواسطة أجهزة تكييف الهواء المجمعة الرأسية:

يمكن تركيب أجهزة تكييف الهواء المجمعة الرأسية فى أماكن وبطرق مختلفة لنقوم بتوزيع الهواء المكيف بالأشكال الآتية:

١ – توزيع الهواء المكيف من الجهاز مباشرة (Free Blow):

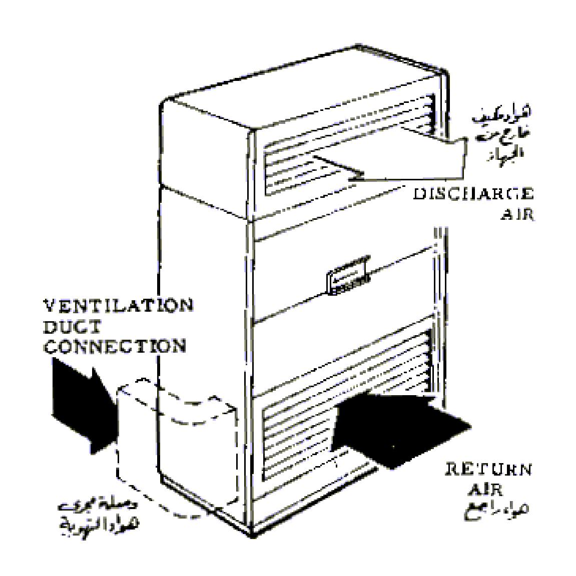
يمكن وضع أجهزة تكييف الهواء المجمّعة الرأسية داخل المكان المراد تكييف هوائه فى



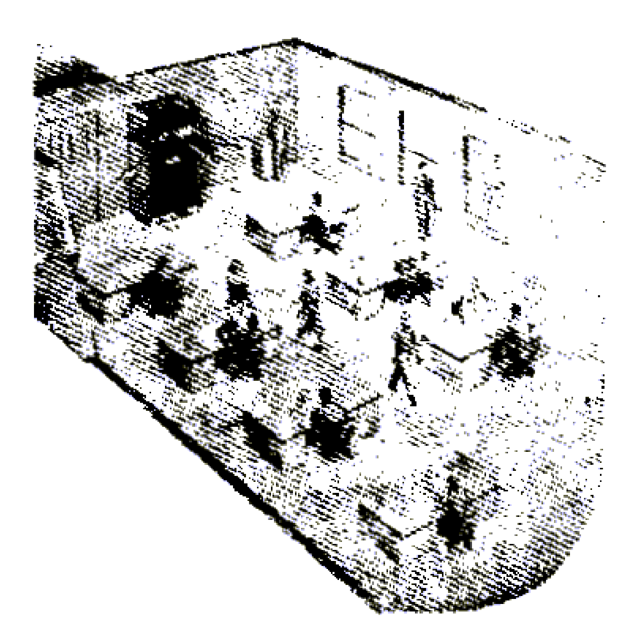
رسم رقم (٥-٤) الأجزاء المختلفة التى يتركب منها جهاز تكييف الهواء المجمع الرأسى الذى يشتمل على مكثف يتم تبريده بالهواء.

رسم رقم (٥-٥) وحدة المكثف الذى يتم تبريده بـالهواء ويـركب فى الخارج بعيـدا عن مكـان تركيب جهاز تكييف الهواء.

حالة توافر الحيز الممكن وضعها فيه. وفى هذه الحالة يتم توزيع الهواء المكيف الخارج منها مباشرة وبدون الاحتياج إلى توصيل مجارى لتوزيع الهواء المكيف الخارج منها كما هو موضّح بكل من الرسم رقم (٥ – ٦) و(٥ – ٧). هذا ويستحسن وضع جهاز التكييف المجمع فى منتصف المكان المراد تكييف هوائه. وبضبط موجّهات الهواء المكيّف الأفقية وكذلك الرأسية المركبة خلف الموجهات الأفقية يمكن توزيع الهواء المكيّف الخارج من الجهاز بأىّ شكل وبأىّ حدفة هواء (Air Throw) حسب شكل المكان المركب به الجهاز. هذا ويمكن كذلك توصيل هواء التهوية اللازم إمّا من خلف الجهاز أو بواسطة مجرى هواء قصير يوصّل بمكان دخول هواء التهوية إلى الجهاز كما هو مبين أيضاً بالرسم رقم (٥ – ٦).



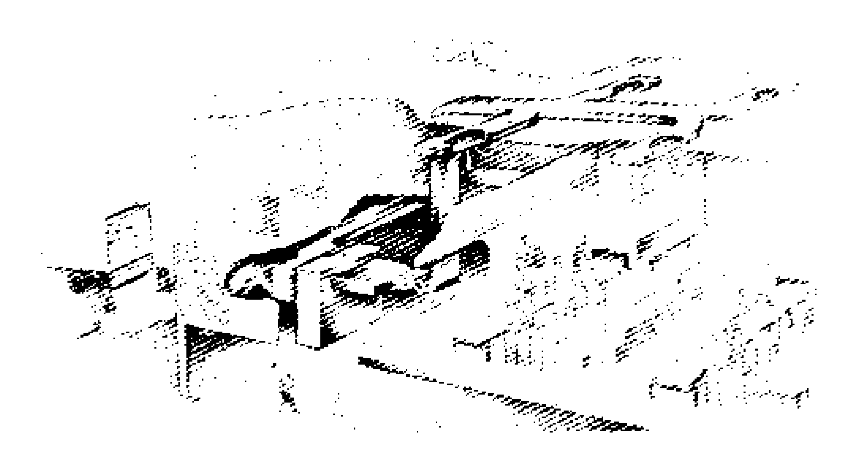
رسم رقم (٥–٦) توزيع الهواء المكيف الخارج من جهاز تكييف الهواء المجمع الرأسى مباشرة.



رسم رقم (٥–٧) توزيع الهواء المكيف الخارج من جهاز تكييف الهواء المجمع الرأسى المركب داخل المكان مباشرة.

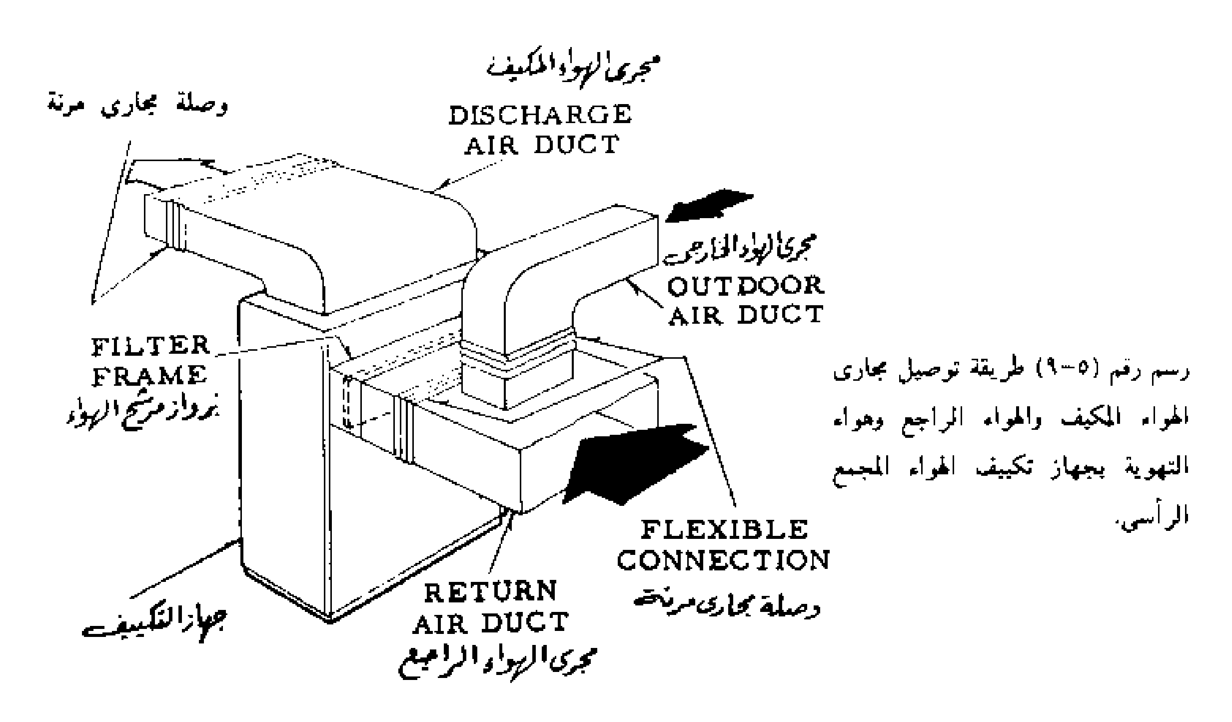
٢ – توزيع الهواء المكيّف من الجهاز إلى الأماكن المكيّفة بواسطة مجارى الهواء (Air Ducts):

فى حالة عدم وجود حيّز يكفى لوضع أجهزة تكييف الهواء المجمعة الرأسية فى المكان المراد تكييف هوائه، أو عند الحاجة إلى تركيب مجارى وموّزعات هواء فى الأماكن المكيفة وذلك لتضمن توزيع الهواء المكيف فى هذه الأماكن بطريقة صحيحة، فإنه يمكن فى مثل هذه الحالة وضع هذه الأجهزة فى مكان يبعد عن هذه الأماكن وتوصيل مجارى الهواء المكيّف

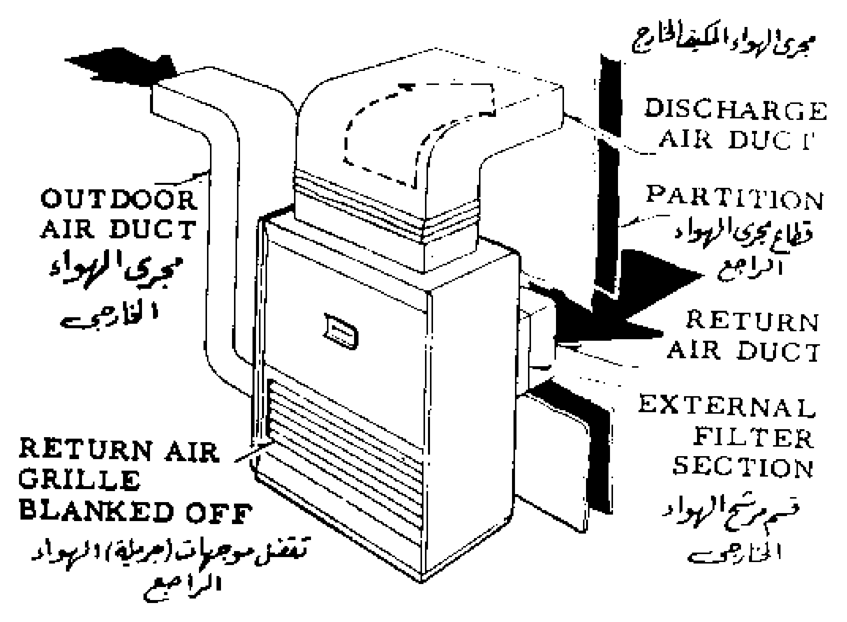


رسم رقم (٥-٨) توصيل مجارى الهواء المكيف والراجـع بجهاز تكييف الهواء المجمع الرأسى.

والهواء الراجع بأجهزة التكييف المجمعة الرأسية كما موضّح بالرسم رقم (٥ - ٨). هذا ويتوقف اختيار المكان فى هذه الحالة على الحيِّز الفعلى المطلوب لوضع هذه الأجهزة به، وعلى طول مجارى الهواء التى توصل بالأجهزة وكذلك على سهولة توصيل كل من مواسير تبريد مياه تبريد المكثف (فى حالة الوحدات التى تشتمل عـلى مكثّفات يتم تبـريدهـا بالمـاء) والتوصيلات الكهربائية اللازمة حتى موقع الجهاز. وبتركيب أجهزة التكييف المجمعة خارج المكان المكيف نضمن بذلك عدم سماع صوت هذه الأجهزة أثناء عملها، وبـذلك يُتـاح تركيب أجهزة تكييف هواء للأماكن التى يشترط لها عدم سماع أى نوع من الأصوات غير العادية. هذا ويمكن توصيل مجارى الهواء المكيّف بالجزء الأعلى من جهـاز التكييف، بينما توصل مجارى الهواء الراجع والهواء الخارجى اللازم لعملية التهوية بالجزء الخلفى من الجهاز بالطريقة الموضحة فى الرسم رقم (٥ - ٩). ويمكن كذلك توصيل مجرى الهواء الخارجى



رسم رقم (٥-٩) طريقة توصيل مجارى الهواء المكيف والهواء الراجع وهواء التهوية بجهاز تكييف الهواء المجمع الرأسى.



رسم رقم (٥-١٠) توصيل مجرى هواء التهوية الخارجى بعمل فتحة جانبية بجهاز تكييف الهواء المجمع الرأسى.

بعمل فتحة جانبية بالجهاز بالطريقة الموضحة فى الرسم رقم (٥ - ١٠). وفى العادة تحتاج الأماكن الخاصّة بالإقامة والتجارية إلى مقدار من هواء التهوية يبلغ حوالى من ٢٠ إلى ٣٠ فى المائة من الهواء الكلِّى الذى يدخل هذه الأماكن بواسطة جهاز التكييف، وذلك لنضمن عدداً مناسباً من المرّات التى يتم فيها تغيير هواء المكان بأكمله كل ساعة. هذا ويمكن حساب كمية الهواء النقى اللازم لعملية التهوية الصحيحة للأماكن المكيّفة بطريقتين، فالطريقة الأولى منها تعتمد فى حسابها على عدد المرات التى يجب أن يغيّر فيها هواء المكان بأكمله حسب نوع هذا المكان. أما الطريقة الثانية فتعتمد فى حسابها على كمية الهواء النقى اللازمة لكلّ شخص موجود بالمكان المكيّف وحسب نوع هذا المكان.

والجدول الآتى رقم (٥ - أ) يبيّن كمية الهواء النقى اللازم لعملية التهوية بالنسبة للأنواع المختلفة من الأماكن. هذا وفى حالة تواجد عدد كبير من الأشخاص فى هذه الأماكن يدخّنون أو احتمال وجود بعض الروائح الكريهة فى هذه الأماكن، فإنه يلزم تركيب مروحة شفط لتساعد على إخراج هذا الهواء الفاسد من المكان. ويجب أن تكون الكمية من الهواء التى تقوم بسحبها هذه المروحة من الهواء الفاسد أقل بقليل من كمية الهواء النقى الخارجى التى يدخلها جهاز التكييف إلى المكان.

جدول رقم (٥ - أ) كمية الهواء النقى
اللازم لعملية التهوية بالنسبة للأنواع المختلفة من الأماكن

الاستعمال	كمية الهواء النقى اللازم لكل شخص قدم مكعب/دقيقة	عدد المرات التى يجب أن يُغيَّر فيها الهواء/الساعة
مكاتب :		
خصوصية	٣٠	٤ - ٦
عمومية	١٥	٢
للاجتماعات	٣٠	٤ - ٦
أماكن إقامة :		
غرف نوم	١٥	١ - ٢
غرف جلوس	١٥	٢ - ٤
غرف أكل	١٧	٢ - ٣
أماكن تسلية :		
بارات	٢٥	٤ - ٦
أماكن رقص	٢٥	٤ - ٦
أندية ليلية	٢٥	٤ - ٦
أماكن مختلفة :		
أماكن لشرب الشاى والقهوة	٢٠	٣ - ٥
مطاعم	١٥	٢ - ٣
أماكن حلاقة الشعر	١٠	$\frac{١}{٢}$١ - ٢
محلات بقالة	١٠	$\frac{١}{٢}$١ - ٢
مصارف	١٠	$\frac{١}{٢}$١ - ٢

هذا ويمكن اختيار مقاسات أبعاد مجارى الهواء المناسبة التى تركب مع أجهزة تكييف الهواء المجمّعة المختلفة من الجدول التالى رقم (٥ – ب).

جدول رقم (٥ – ب) اختيار مقاسات أبعاد مجارى الهواء
(مقدار هبوط الضغط = ١, بوصة ماء لكل ١٠٠ قدم
من طول المجرى)

كمية الهواء قدم مكعب/دقيقة	أبعاد المجرى بالبوصة	كمية الهواء قدم مكعب/دقيقة	أبعاد المجرى بالبوصة	كمية الهواء قدم مكعب/دقيقة	أبعاد المجرى بالبوصة
٥٠	٦×٤	١١٠٠	٢٢× ٨	٣١٠٠	٣٤×١٢
١٠٠	٨×٤	١٢٠٠	٢٤× ٨	٣٢٠٠	٣٦×١٢
١٥٠	١٠×٤	١٣٠٠	٢٤× ٨	٣٣٠٠	٣٦×١٢
٢٠٠	١٠×٦	١٤٠٠	٢٢×١٠	٣٤٠٠	٣٢×١٤
٢٥٠	١٠×٦	١٥٠٠	٢٢×١٠	٣٥٠٠	٣٢×١٤
٣٠٠	١٢×٦	١٦٠٠	٢٤×١٠	٣٦٠٠	٣٢×١٤
٣٥٠	١٤×٦	١٧٠٠	٢٤×١٠	٣٧٠٠	٣٢×١٤
٤٠٠	١٤×٦	١٨٠٠	٢٦×١٠	٣٨٠٠	٣٢×١٤
٤٥٠	١٤×٦	١٩٠٠	٢٨×١٠	٣٩٠٠	٣٤×١٤
٥٠٠	١٦×٦	٢٠٠٠	٢٨×١٠	٤٠٠٠	٣٤×١٤
٥٥٠	١٨×٦	٢١٠٠	٣٠×١٠	٤١٠٠	٣٤×١٤
٦٠٠	١٨×٦	٢٢٠٠	٣٠×١٠	٤٢٠٠	٣٦×١٤
٦٥٠	١٤×٨	٢٣٠٠	٢٦×١٢	٤٣٠٠	٣٦×١٤
٧٠٠	١٦×٨	٢٤٠٠	٢٨×١٢	٤٤٠٠	٣٨×١٤
٧٥٠	١٦×٨	٢٥٠٠	٢٨×١٢	٤٥٠٠	٣٨×١٤
٨٠٠	١٨×٨	٢٦٠٠	٣٠×١٢	٤٦٠٠	٣٨×١٤
٨٥٠	١٨×٨	٢٧٠٠	٣٠×١٢	٤٧٠٠	٣٨×١٤
٩٠٠	٢٠×٨	٢٨٠٠	٣٢×١٢	٤٩٠٠	٤٠×١٤
١٠٠٠	٢٢×٨	٣٠٠٠	٣٤×١٢	٥٠٠٠	٤٠×١٤

جدول رقم (٥ – حـ) اختيار موجّهات (جريلات) الهواء الداخل والراجع (موجهات جانبية تركب فى الحائط)

الأبعاد بالبوصة

كمية الهواء قدم مكعب/الدقيقة	مقاس موجهات الهواء الراجع	مقاس موجهات الهواء الداخل – حدفة الهواء بالقدم ١٢'	١٦'	٢٠'	٢٤'	٢٨'	٣٢'
١٠٠	٦×١٠	٤× ٨	٤× ٨	....	....	....	....
٢٠٠	٦×١٠	٥×١٢	٤×١٢	٤×١٠	٤×١٠	٤×١٠	٤×١٠
٣٠٠	٨×١٠	٦×٢٤	٦×١٦	٦×١٢	٦×١٢	٤×١٢	٤×١٢
٤٠٠	٦×١٨	٨×٣٠	٦×٢٤	٦×١٤	٦×١٤	٦×١٤	٦×١٤
٥٠٠	١٢×١٢	....	٨×٢٤	٦×٢٤	٥×٢٤	٦×١٦	٦×١٦
٦٠٠	١٢×١٨	....	٨×٣٦	٦×٣٠	٦×٢٤	٦×٢٠	٦×٢٠
٧٠٠	١٢×٢٤	....	١٢×٣٠	١٠×٢٤	٦×٣٠	٦×٢٤	٦×٢٤
٨٠٠	١٢×٢٤	....	....	١٠×٣٠	٨×٣٠	٨×٢٠	٦×٢٤
٩٠٠	١٢×٢٤	....	....	١٢×٣٦	٨×٣٦	٨×٢٤	٨×٢٤
١٠٠٠	١٢×٢٤	....	....	....	١٠×٣٦	١٠×٢٤	٨×٢٤
١١٠٠	١٢×٢٤	....	....	....	١٢×٣٦	١٠×٣٠	٨×٣٠
١٢٠٠	١٢×٢٤	....	....	....	١٢×٣٦	١٠×٣٦	٨×٣٦
١٣٠٠	١٨×١٨	....	....	....	....	١٢×٣٦	١٠×٣٦
١٤٠٠	١٨×١٨	....	....	....	....	....	١٠×٣٦

ويمكن اختيار مقاس موجّهات (جريلات) الهواء الداخل إلى والراجع من المكان المكيّف (Supply Registers and Return Grilles) من الجدول السابق رقم (٥–ح). ومن هذا الجدول نرى أنه لا يعمل حساب للبعد الذى يصل إليه الهواء الخارج من جهاز التكييف حتى تصل سرعته إلى ٧٥ – ٥٠ قدم فى الدقيقة، ويطلق على هذا البعد (حدفة الهواء Air Throw أو البعد الذى يصل إليه الهواء (Length of Blow) وذلك عند اختيار مقاس موجهات الهواء الداخل. فإذا اخترنا مثلاً موجّهاً للهواء الداخل للمكان من النوع الذى يجعل الهواء يصل إلى مسافة بعيدة وتكون سرعته عند نهاية هذه المسافة عالية (Too Great

(Throw) فإن هذا الهواء بسرعته العالية يصطدم بالحائط المقابل له مسبباً حالة تيار هواء منعكس غير مرغوب فيها (Drafty Condition) وعلى ذلك يستحسن اختيار موجّهات للهواء الداخل من النوع الذى يجعل الهواء يصل إلى مسافات قصيرة وتقلّ سرعته إلى السرعة المطلوبة عند نهاية هذه المسافة (Short Throw) وبذلك نتحاشى أو نقلّل من حدوث تيارات الهواء غير المرغوب فيها، وفى نفس الوقت تحصل كذلك على توزيع هواء منتظم داخل المكان المركّبة به هذه الموجّهات.

ولاختيار موجّهات الهواء الخارجي (Louvers) التي تركب فى فتحات دخول هواء التهوية فإن المقاسات الآتية يُوصى باستعمالها عند اختيار مقاس هذه الموجهات:

من ١٠٠ إلى ٥٠٠ قدم مكعب من الهواء يستعمل له موجّه مساحة وجهه قدم مربع.

من ٥٠٠ إلى ١٠٠٠ قدم مكعب من الهواء يستعمل به موجّه مساحة وجهه ٢ قدم مربع.

من ١٠٠٠ إلى ١٥٠٠ قدم مكعب من الهواء يستعمل له موجه مساحة وجهه ٣ قدم مربع.

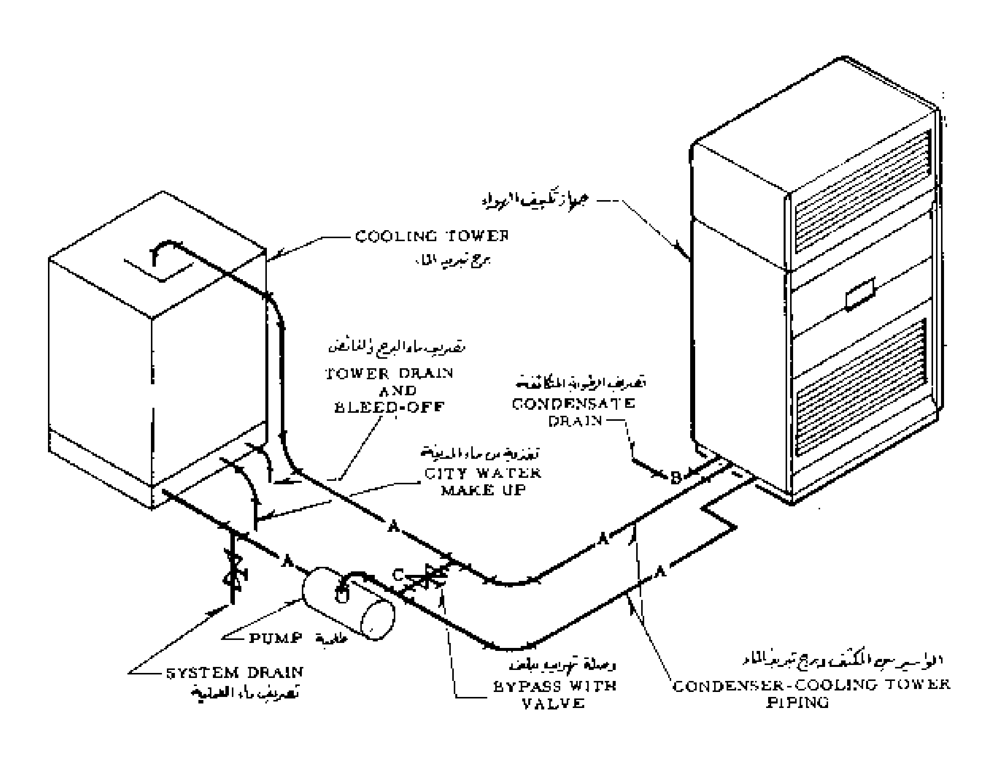
ويُوصى بأن تكون مجارى الهواء الخارجى وموجّهاتها قطاعاتها مربّعة الشكل بقدر الإمكان ويمكن كذلك استعمال موجّهات بنفس المقاسات الخاصة بالهواء الخارجى فى الطريق لإخراج الهواء الفاسد.

توصيل الماء اللازم للمكثفات التى يتم تبريد ها بالماء:

فى المدن والبلاد الموجود بها شبكة مواسير للماء فإنه يمكن توصيل المكثفات التى يتم تبريدها بالماء والمركبة بأجهزة تكييف الهواء المجمعة مباشرة من مواسير هذه الشبكة، وكذلك يمكن توصيل هذه المكثفات بأبراج لتبريد الماء الذى يخرج منها لامكان إعادة استعماله باستمرار. ويركب فى الماسورة التى تدخل عن طريقها مياه تبريد المكّثف بَلْف منظّم لدخول هذا الماء (Water Regulating Valve) يعمل بتأثير ضغط غاز مركب التبريد الموجود داخل المكثف والذى يتغير ضغطه تبعا لدرجة حرارة وكمية ماء التبريد التى تدخل المكثف. هذا ويجب أن لا يقل ضغط مياه التبريد التى تصل المكثف عن ٢٥ رطلا ولا تزيد عن ٨٠ رطلا حتى يقوم هذا البلف المنظم لدخول هذه المياه بعمله بطريقة جيدة.

وفى المدن أو البلاد التى يكون فيها سعر الماء مرتفعا، فإنه تستعمل أبراج لتبريد مياه

المكثف (Cooling Towers) مع أجهزة تكييف الهواء المجمعة التى تشتمل على مكثفات يتم تبريدها بالماء وتوصل معها بالطريقة الموضحة بالرسم رقم (٥ - ١١). هذا وتركب أبراج تبريد الماء فى الخارج بالقرب من المبانى أو فوق الأسطح، كما يوصى بأن يكون التركيب فى أقرب مكان بقدر الإمكان من مكان تركيب جهاز التكييف لنتحاشى بذلك تركيب مواسير مياه طويلة. هذا ويجب أن تعمل وصلة تهريب (By Pass) فى دائرة مواسير الماء كما هو ظاهر فى الرسم وذلك لإمكان تهريب بعض الماء الزائد الذى تدفعه طلمبة تحريك الماء قبل دخوله المكثف وبذلك نمنع مرور هذا الماء خلال مواسير المكثف بسرعة تزيد عن السرعة القصوى المقررة. هذا ويلزم توصيل الحوض المركب أسفل مواسير المبخر والذى تتجمع فيه الرطوبة الزائدة الموجودة فى الهواء والتى تتكاثف على سطح مواسير وزعانف المبخر بماسورة لتصريف هذا الماء إلى بالوعة مفتوحة.



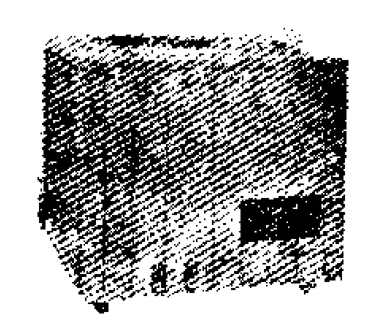
رسم رقم (٥-١١) طريقة توصيل برج تبريد ماء مكثف جهاز تكييف الهواء المجمع الرأسى.

توصيل أجهزة تكييف الهواء المجمعة الرأسية مع وحدة مكثف يبرد بالهواء تركب بعيدا عن مكان تركيب الجهاز.

فى البلاد والمدن التى يكون فيها الماء اللازم لتبريد المكثف غير متوفر أو أن بهذه البلاد قوانين تمنع استعمال الماء فى تبريد مكثفات أجهزة تكييف الهواء، فإنه تستعمل أجهزة تكييف

الهواء المجمع الرأسية غير المركب بها مكثفات تبرد بالماء، ويوصل معها وحدة مكثف من النوع الذى يُبرد بالهـواء والذى يـركب فى الخارج (Remote Aircooled Condenser) كالظاهر فى الرسم رقم (٥ - ١٢) بالقرب من المكان المركب به أجهزة التكييف. ويمكن ايضا تركيب وحدة المكثف هذه فوق أسطح المبانى أو داخل المبنى وفى هذه الحالة توصل بمجارى هواء لنقل هواء التبريد الذى يدخلها ويخرج منها.

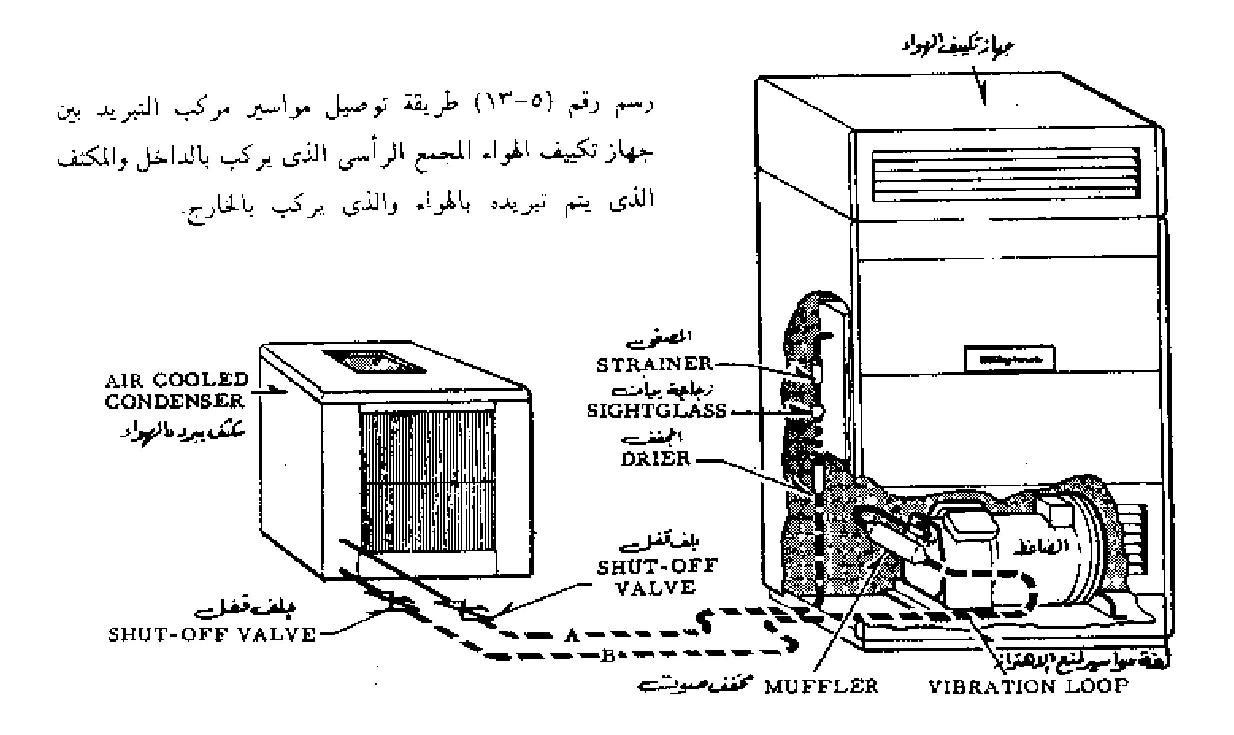
ويجب أن يكون تركيب وحدة المكثف فى أقرب مكان بقدر الإمكان من مكان تركيب جهاز التكييف لنتحاشى بذلك تركيب مواسير لنقل مركب التبريد أطول من اللازم.



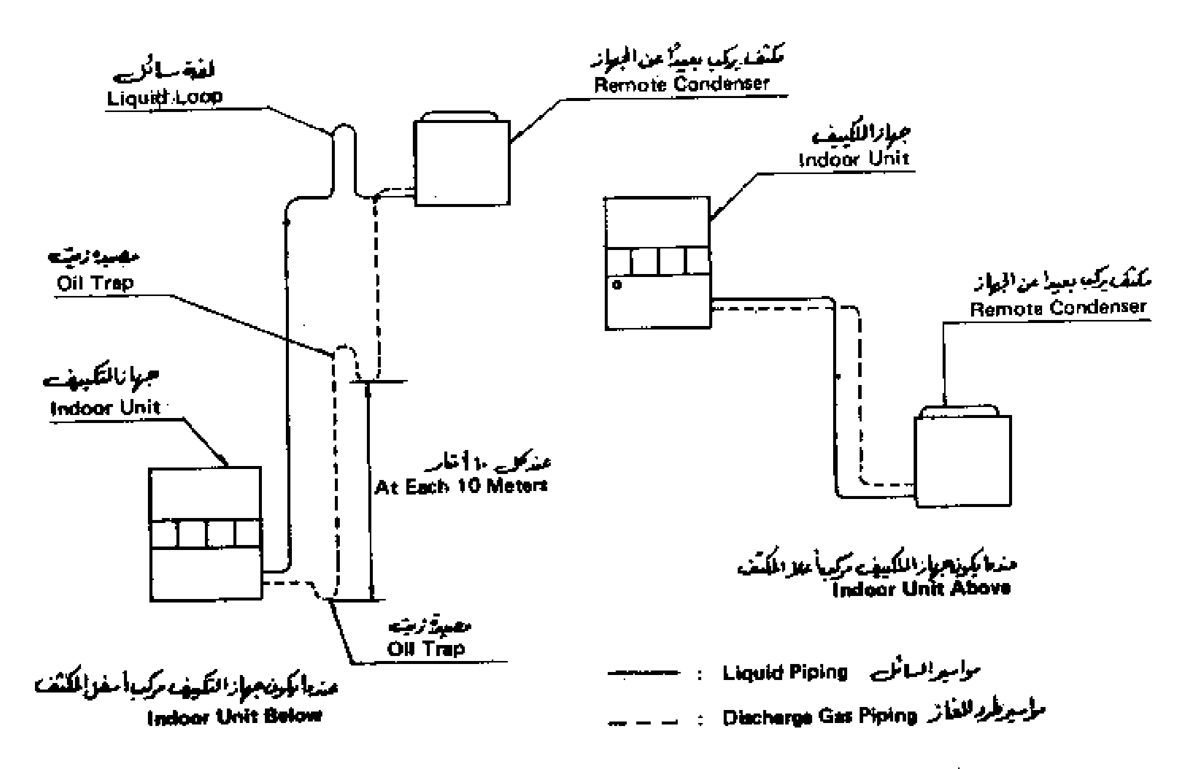
رسم رقم (٥-١٢) مكثف يبرد بالهـواء يـركب بالخارج ويوصل مع جهاز تكييف هواء مجمع رأسى.

هذا وتوصل مواسير غاز مركب التبريد الساخن الخارج من الضاغط والواصل إلى المكثف وكذلك مواسير سائل مركب التبريد الخارجة من المكثف والموصلة بمبخـر الجهاز بالطريقة المبينة بالرسم رقم (٥ - ١٣). هذا ويتم توصيل مواسير مركب التبريد بين جهاز

رسم رقم (٥-١٣) طريقة توصيل مواسير مركب التبريد بين جهاز تكييف الهواء المجمع الرأسى الذى يركب بالداخل والمكثف الذى يتم تبريده بالهواء والذى يركب بالخارج.



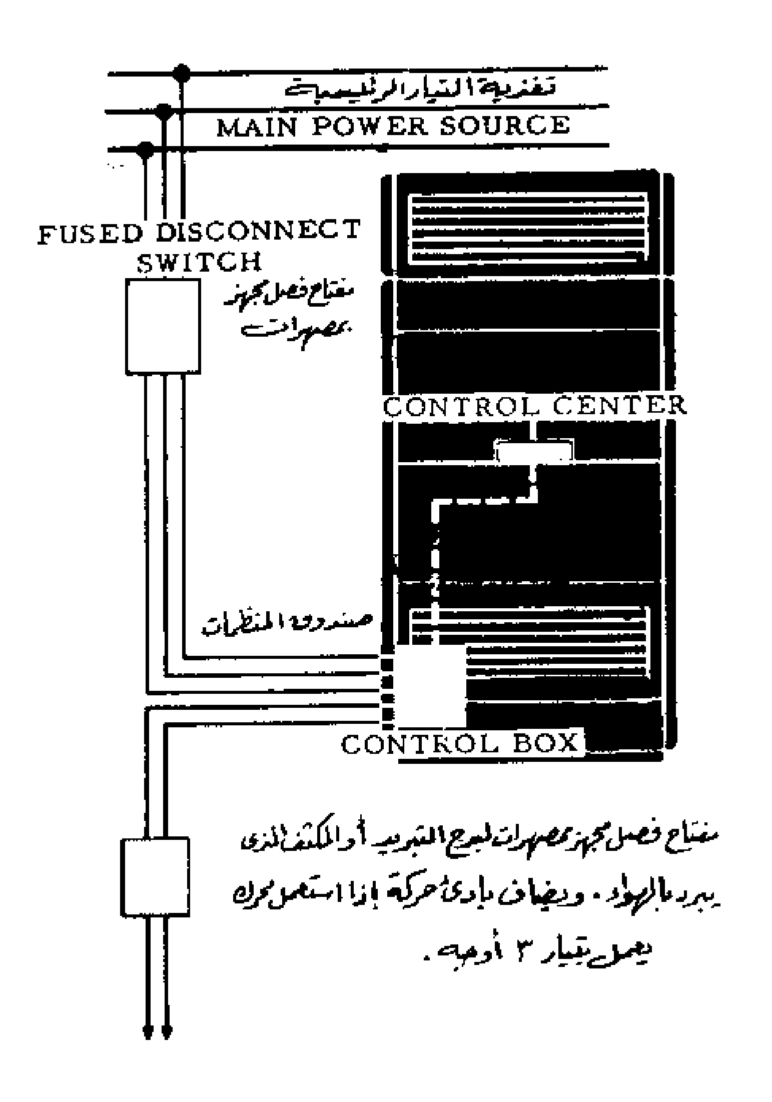
تكييف الهواء الذى يركب بالداخل (Indoor Unit) ووحدة المكثف التى تركب بالخارج (Remote Condenser) بالطريقة الموضحة بالرسم رقم (٥ - ١٤)، حيث يراعى تركيب مصايد زيت (Oil Traps) وملف مواسير للسائل (Liquid Loop) وذلك عندما تكون وحدة المكثف مركبة عند مستوى أعلى من جهاز التكييف المركب بالداخل كما هو مبين بالرسم.



رسم رقم (٥-١٤) طريقة توصيل مواسير مركب التبريد بين جهاز تكييف الهواء والمكثف، وذلك عندما تكون وحدة المكثف مركبة عند مستوى أعلى من جهاز التكييف وعند مستوى أسفل الجهاز.

توصيل أجهزة تكييف الهواء المجمعة بالتيار الكهربائى اللازم لتشغيلها:

إن جميع أجهزة تكييف الهواء المجمعة توصل توصيلاتها الكهربائية الداخلية بالمصانع التى تقوم بإنتاجها. وكل ما يلزم لها من توصيلات خارجية هو توصيل التيار الكهربائى اللازم لتشغيلها وذلك بواسطة أسلاك أو كابلات ذات مقطع مناسب لحمل التيار الكهربائى الذى تقوم باستهلاكه عند تشغيلها. كما أنه يركب فى طريق هذه الأسلاك أو الكابلات قبل توصيلها بالجهاز مفتاح توصيل وفصل يشتمل على مصهرات ذات حجم مناسب، وذلك كما هو موضح بالرسم رقم (٥ - ١٥). ويمكن كذلك إذا رغبنا تركيب ترموستات من النوع الذى يركب بالحائط فى المكان المكيف ووصله بأسلاك بالأطراف المناسبة الموجودة بلوحة



رسم رقم (٥-١٥) طريقة توصيل جهاز تكييف الهواء المجمع الرأسى بالتيار الكهربائى.

تشغيل الجهاز المركبة بداخله، ولو أنه فى العادة يكون هذا الترموستات مركبا داخل كابينة الجهاز نفسه فى طريق الهواء الراجع إليه. هذا والأجهزة التى تعمل بتيار ضغطه ٣٨٠ أو ٤٤٠ أو ٥٥٠ ڤولت تحتاج عادة إلى وصلها بخط كهربائى منفصل ضغطه ٢٢٠ ڤولت وذلك لتشغيل محرك مروحة الجهاز، وكذلك توصل بمحول كهربائى ٢٢٠/٢٤ڤولت خاص بتشغيل أجهزة تنظيم درجات الحرارة التى تعمل عادة بضغط قدره ٢٤ ڤولت. هذا ويشتمل بادئ حركة محرك الضاغط على أطراف موصلة بقطع توصيل (كونتاكت) إضافية خاصة بتشغيل محرك مروحة برج تبريد ماء المكثف وطلمبة تحريك الماء الخاصة بهذا البرج أو محرك مروحة المكثف الذى يُبرد بالهواء إذا لزم الأمر إجراء هذا التوصيل.

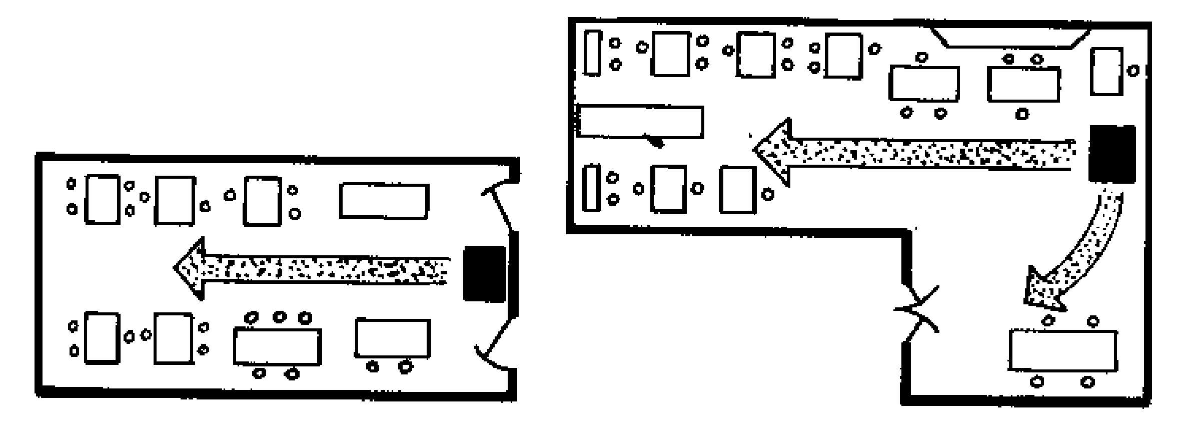
هذا ويجب أن نراعى باستمرار أن التيار الذى يصل جهاز التكييف يجب أن لا يتذبذب ضغطه بحيث لا يزيد أو يقل هذا التذبذب فى الضغط عن ١٠٪ من الڤولت المقرر لتشغيل محرك ضاغط الجهاز.

مكان تركيب أجهزة تكييف الهواء المجمعة بالنسبة للأنواع المختلفة من الأماكن والطريقة السريعة «Rule of Thumb» لحساب أحمال التبريد لهذه الأماكن

فيما يلى سنوضح ببعض الرسومات المبسطة الأماكن التى يفضل تركيب أجهزة تكييف الهواء المجمعة بها وذلك بالنسبة لأنواع مختلفة من هذه الأماكن. وكذلك سنعطى بعض الأرقام اللازمة لحساب أحمال تبريد هذه الأماكن. وهذه الطريقة يستعملها المهندسون الذين يقومون بالإشراف على عملية بيع هذه الأجهزة، إذ أنه ليس من الضرورى عمل حسابات دقيقة لأحمال التبريد لهذه الأماكن وذلك قبل التأكد من الحصول على موافقة نهائية بتركيب هذه الأجهزة. وهذه الطريقة السريعة فى حساب حمل التبريد تعطينا كذلك فكرة مبدئية عن تكاليف تركيب أجهزة التكييف لهذه الأماكن:

المطاعم:

التركيب: تركب أجهزة التكييف المجمعة فى المطاعم بمنتهى السهولة؛ إذ انها تركب عادة فى أماكن مفتوحة لا تعترضها قطاعات أو حوائط تمنع توزيع الهواء؛ ولهذا فإنه لا يلزم هذه الأماكن فى معظم الحالات تركيب مجارى لتوزيع الهواء المكيف الخارج منها والراجع إليها. ويركب الجهاز عادة فى مكان من المطعم بحيث يتجه الهواء الخارج من الجهاز ناحية البعد الأطول من المكان كما هو واضح فى الرسم رقم (٥ - ١٦).



رسم رقم (٥-١٦) مكان تركيب جهاز تكييف الهواء المجمع الرأسى داخل المطاعم وإتجاه الهواء المكيف الخارج منه

حساب حمل التبريد:

المطاعم: من ١٠ إلى ١٢ مقعد يلزمها طن تبريد.

المقاهى: من ٨ إلى ١٠ مقعد يلزمها طن تبريد.

غرف أكل الفنادق: كل ١٢ مقعد يلزمها طن تبريد.

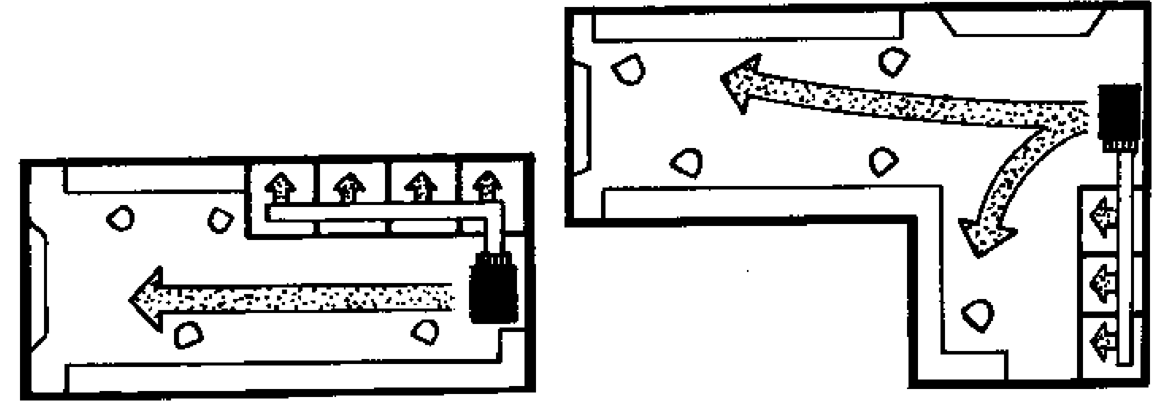
مخازن بيع الملابس:

التركيب: فى العادة يكون التركيب الداخلى لمعظم مخازن بيع الملابس بشكل واحد تقريبا. وعموما يوزع الهواء الخارج من جهاز التكييف المجمع المركب بهذه المخازن على غرف خلع الملابس بواسطة مجارى هواء توصل بالجهاز. هذا ويجب أن تجهز أبواب هذه الغرف بموجهات (جريلات) عن طريقها يعود الهواء الراجع من هذه الغرف الى الجهاز. وللاقتصاد فى تركيب مجارى الهواء يركب جهاز التكييف بالقرب من غرف خلع الملابس بقدر الإمكان، وكذلك يجب تركيبه فى مكان يسمح للهواء الخارج منه بأن يتجه ناحية البعد الأطول من المكان كما هو واضح فى الرسم رقم (٥ – ١٧).

حساب حمل التبريد:

من ١٥٠ إلى ٣٥٠ قدم مربع يلزمها طن تبريد.

وفى مخازن بيع الملابس التى يكون حمل الإضاءة فيها كبيرا، أو تكون لها واجهة كبيرة معرضة لأشعة الشمس أو موجود بها بعض الأجهزة التى تنبعث منها بعض الحرارة. فإنه



رسم رقم (٥–١٧) مكان تركيب جهاز تكييف الهواء المجمع الرأسى داخل محلات بيع الملابس، وطريقة توزيع الهواء المكيف الخارج منه.

يجب أن نستعمل فى هذه الحالة الرقم الأصغر فى حساب حمل التبريد. وبالتجربة يمكن كذلك تقدير الرقم المطلوب.

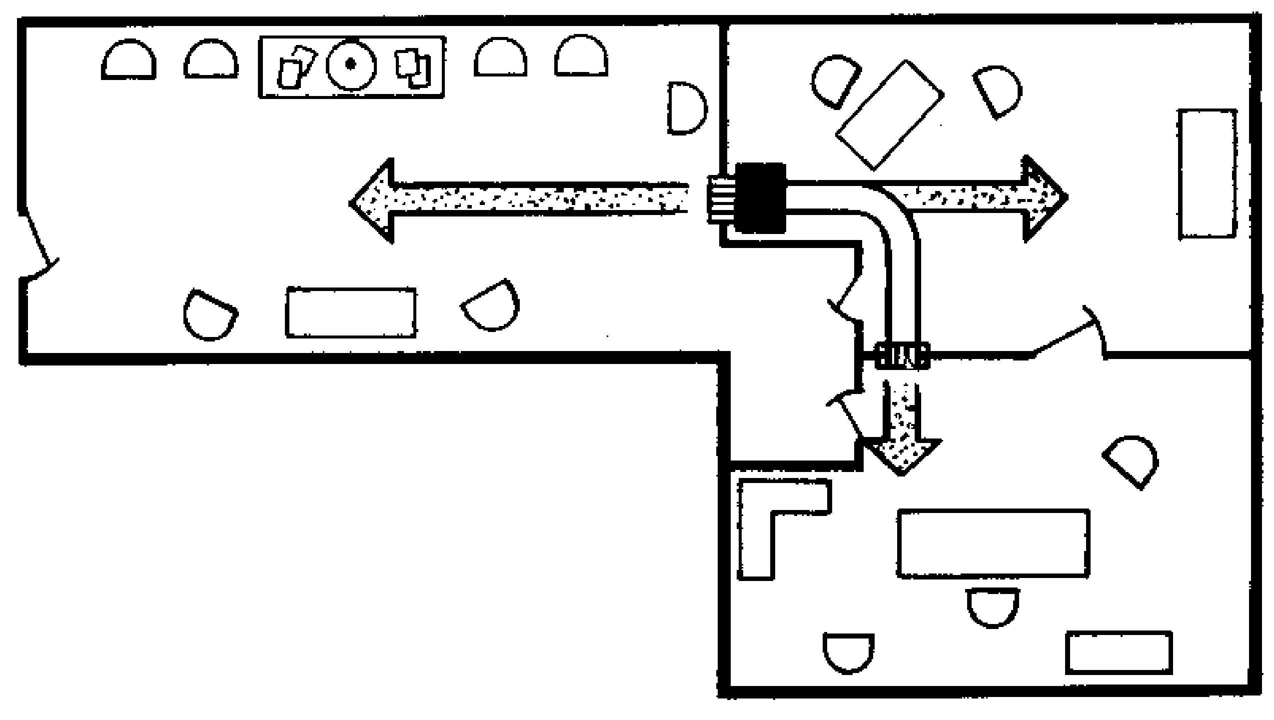
المكاتب:

التركيب: فى المكتب الذى يتكون من عدة غرف يستحسن تركيب مجارى ذات أطوال قصيرة لتوزيع الهواء لجميع الغرف فيما عدا الغرفة المركب بها الجهاز. وفى المكاتب الموجود بغرفة منها عدد كبير من الأشخاص فإنه يستحسن تركيب جهاز تكييف خاص فى هذه الغرفة، وتركيب جهاز آخر لتكييف هواء باقى الغرف التى يتواجد بها عدد قليل من الأشخاص. والرسم رقم (٥ - ١٨) يبين مكان تركيب جهاز التكييف المجمع فى مكتب يتكون من عدة غرف.

حساب حمل التبريد:

من ٢٥٠ إلى ٤٠٠ قدم مربع يلزمها طن تبريد:

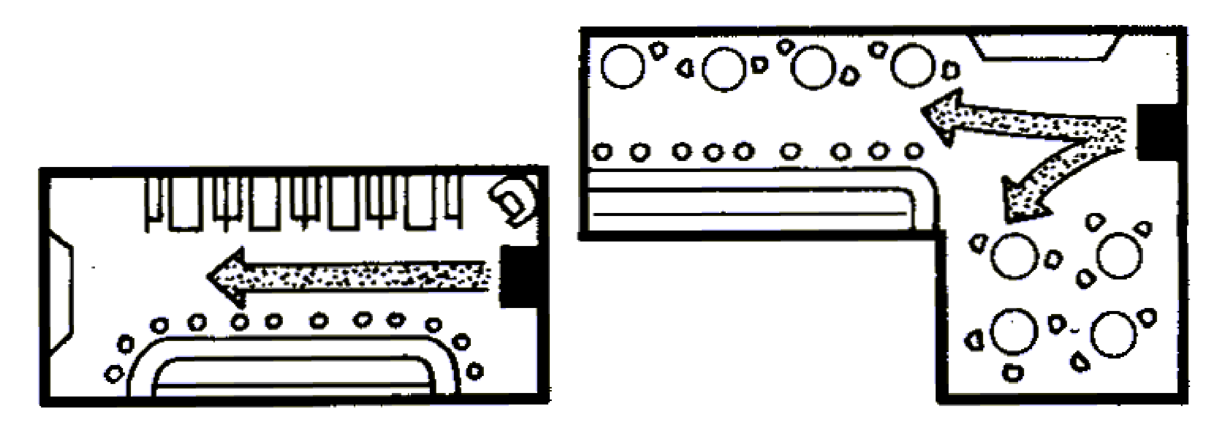
يستعمل الرقم الأصغر عندما يكون المكتب له واجهة كبيرة معرضّة لأشعة الشمس أو توجد عدد كبير من الأشخاص بالغرف.



رسم رقم (٥-١٨) مكان تركيب جهاز تكييف الهواء المجمع الرأسى داخل مكتب يتكون من عدة غرف وطريقة توزيع الهواء بهذا المكتب.

أماكن بيع الوجبات الخفيفة والبارات:

التركيب: تركب أجهزة التكييف المجمعة فى هذه الأماكن بمنتهى السهولة؛ إذ أنها عادة تركب فى أماكن مفتوحة لا تعترضها قطاعات أو حوائط تمنع توزيع الهـواء؛ ولهذا فـإنه لا يلزم لمثل هذه الأماكن فى معظم الأحوال تركيب مجارى لتوزيع الهواء المكييف الخارج من الجهاز والراجع إليه. ويركب الجهاز عادة فى هذه الأماكن بحيث يتجه الهواء الخارج منه ناحية البعد الأطول من المكان كما هو واضح فى الرسم رقم (٥ - ١٩).



رسم رقم (٥-١٩) مكات تركيب جهاز تكييف الهواء المجمع الرأسى داخل محلات بيع الوجبات الخفيفة والبارات.

حساب حمل التبريد:

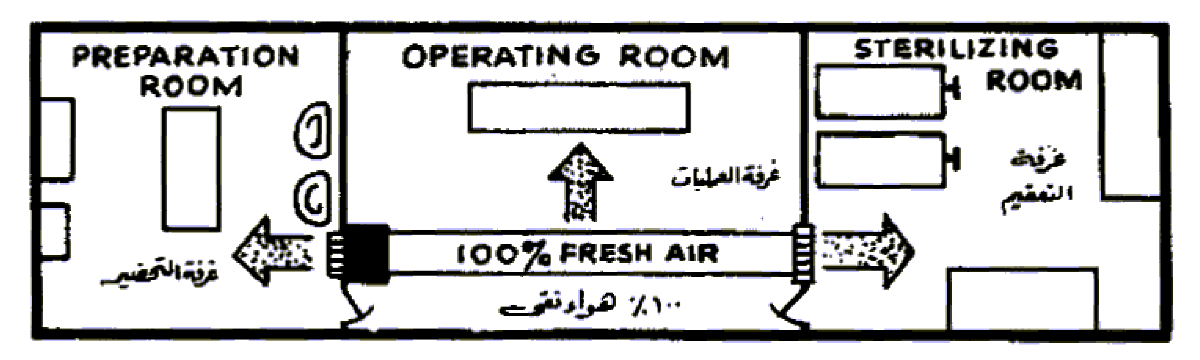
كل ٨ مقاعد يلزمها طن تبريد.

ويلزم حساب حمل تبريد هذه الأماكن بدقة قبل البدء فى تركيب الأجهزة.

فنادق - مستشفيات - نوادى وجمعيات:

التركيب: يمكن تركيب أجهزة تكييف الهواء المجمعة فى هذه الأماكن فى نواحى مختلفة منها، ويمكن الاسترشاد فى ذلك ببعض الأماكن السابق ذكرها.

أما بالنسبة للمستشفيات فإنه يلزم لتكييف هواء غرف العمليات والتجهيز والتعقيم بها عمل تعديل بأجهزة التكييف المجمعة الخاصة بهذه الأماكن لتعطى هواء نقيا لعملية التهوية بنسبة ١٠٠٪ وبدون أن ترجع أية كمية من هواء هذه الغرف إلى الجهاز وذلك كما هو ظاهر فى الرسم رقم (٥ - ٢٠).



رسم رقم (٥-٢٠) مكان تركيب جهاز تكييف الهواء المجمع الرأسى بغرفة العمليات بالمستشفيات.

حساب حمل التبريد:

غرف الأكل: من ١٠ إلى ١٢ مقعدا يلزمها طن تبريد.

المقاهى: من ٨ إلى ١٢ مقعدا يلزمها طن تبريد.

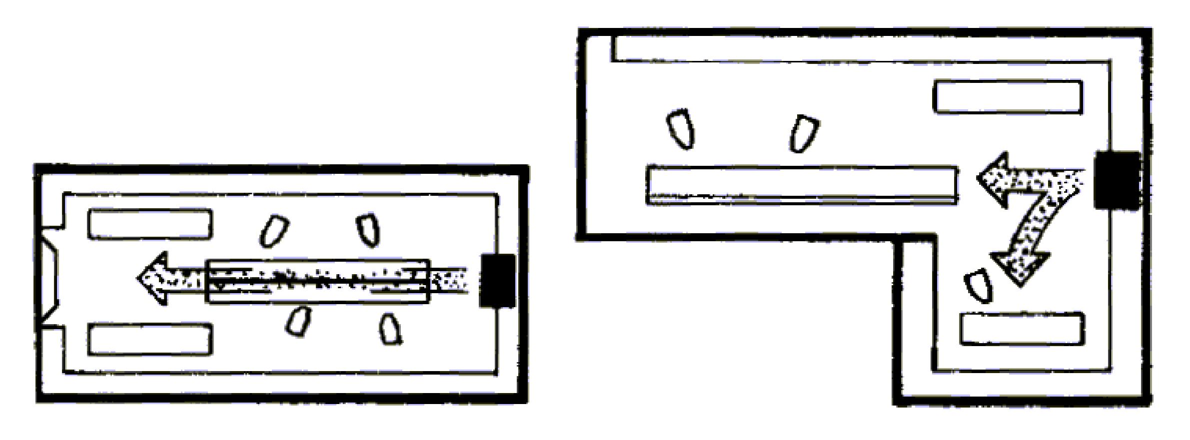
صالونات الحلاقة: من ٢٥٠ إلى ٣٠٠ مقعدا يلزمها طن تبريد.

غرف الجلوس: من ٨ إلى ١٢ مقعدا يلزمها طن تبريد.

المكاتب: من ٣٥٠ إلى ٤٠٠ قدم مربع يلزمها طن تبريد.

مخازن بيع الأحذية:

التركيب: يمكن تركيب أجهزة التكييف المجمعة فى مخازن بيع الأحذية بمنتهى السهولة إذ أنها عادة تركب فى أماكن مفتوحة لاتعترضها قطاعات أوحوائط تمنع توزيع الهواء؛



رسم رقم (٥-٢١) مكان تركيب جهاز الهواء المجمع الرأسى بمحلات بيع الأحذية.

ولهذا فإنه لا يلزم هذه الأماكن فى معظم الأحوال تركيب مجارى لتوزيع الهواء المكيف الخارج من الجهاز والراجع إليه. ويركب الجهاز عادة فى هذه الأماكن بحيث يتجه الهواء الراجع منه ناحية البعد الأطول من المكان كما هو واضح فى الرسم رقم (٥ - ٢١).

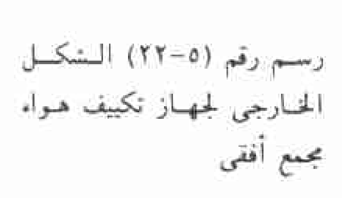
حساب حمل التبريد:

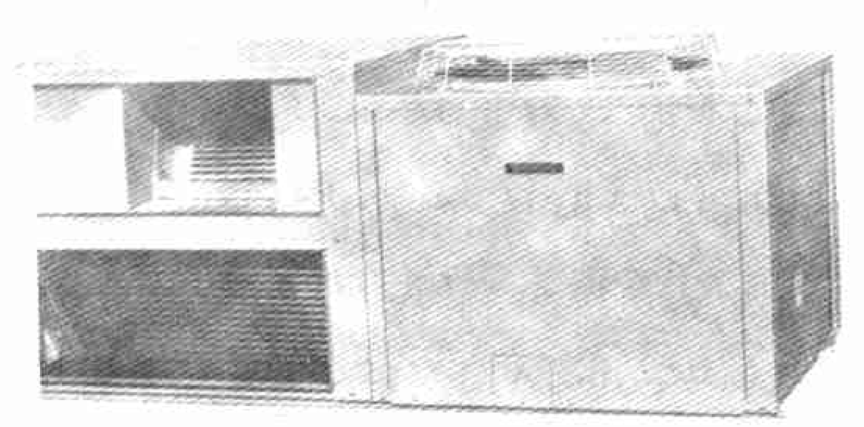
من ١٦٠ إلى ٣٦٠ قدما مربعا يلزمها طن تبريد.

ويستعمل الرقم الأصغر عندما يكون المكان عادة مزدحما بالأشخاص أو له واجه كبيرة معرضة لأشعة الشمس.

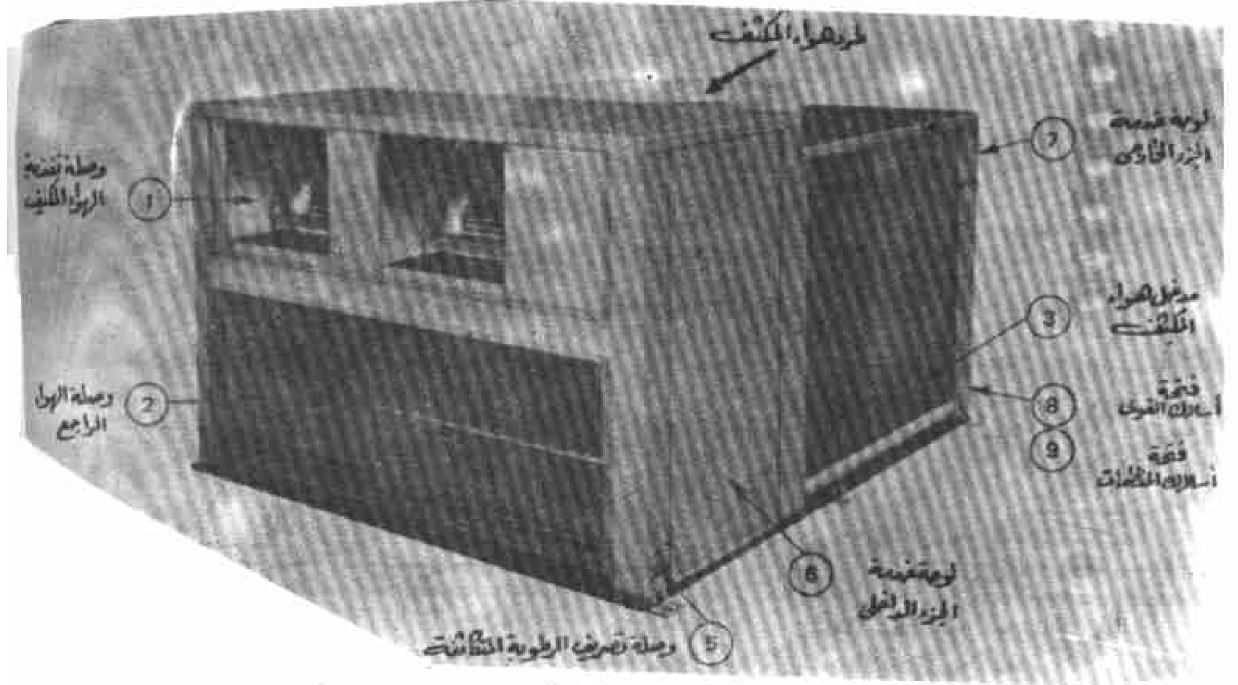
أجهزة تكييف الهواء المجمعة الأفقية

كن الحصول على أجهزة تكييف الهواء المجمعة الأفقية (Horizontal Package Airconditioners) بقدرات تتراوح فى السعة ما بين ٥ و ٧٥ طن تبريد، وهى عادة تشتمل عى ضاغط أو ضواغط إما تكون من النوع المحكم القفل أو النصف محكم القفل الممكن إصلاحه. هذا والمكثف الذى يركب بهذه الأجهزة يكون من النوع الذى يتم تبريده بالهواء. وتتم تدفئة الهواء الخارج من الجهاز فى فصل الشتاء بواسطة مسخنات كهربائية مركبة به.

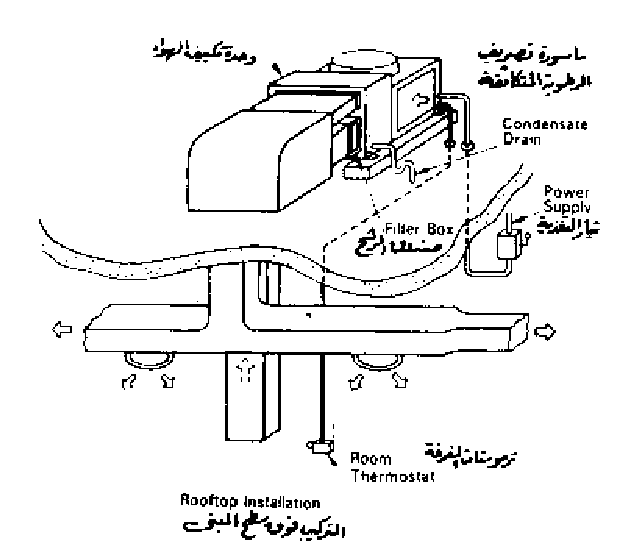

رسم رقم (٥-٢٢) الشكل الخارجى لجهاز تكييف هواء مجمع أفقى



الرسم رقم (٥ - ٢٢) يبين الشكل الخارجى لجهاز تكييف هواء مجمع أفقى، بينما الرسم رقم (٥ - ٢٣) يبين وصلات هذا الجهاز المختلفة.

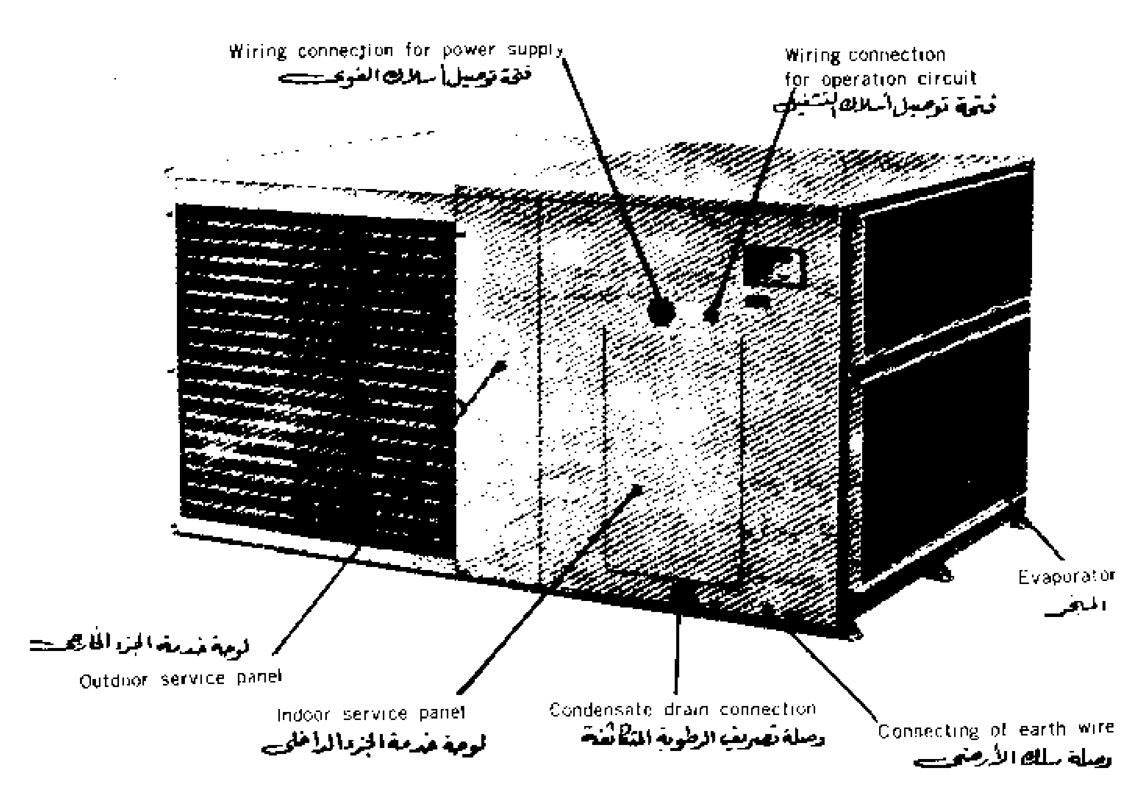


رسم رقم (٥-٢٣) وصلات جهاز تكييف الهواء المجمع الأفقى.



رسم رقم (٥-٢٤) طريقة تركيب جهاز تكييف الهواء المجمع الأفقى فوق سطح المبنى.

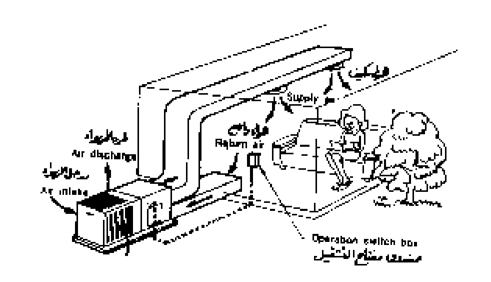
ويركب مثل هذا الطراز من الأجهزة فوق سطح المبنى (Rooftop Mounting) كما هو موضح بالرسم المبسط رقم (٥ - ٢٤).



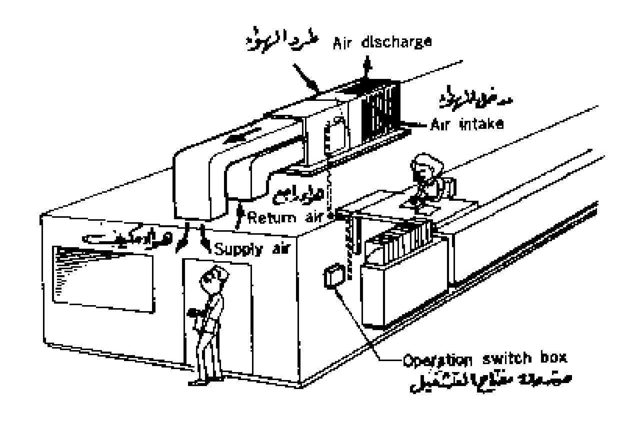
رسم رقم (٥-٢٥) شكل طراز آخر من أجهزة تكييف الهواء المجمعة الأفقية.

هذا ويوجد شكل آخر من هذه الأجهزة كالذى يظهر شكله الخارجى فى الرسم رقم (٥ - ٢٥) يمكن تركيبه بطرق مختلفة ، فالرسم رقم (٥ - ٢٥أ) يبين طريقة نموذجية لتركيبه بالخارج وذلك بالنسبة لأماكن الإقامة ، والرسم رقم (٥ - ٢٥ب) يبين طريقة

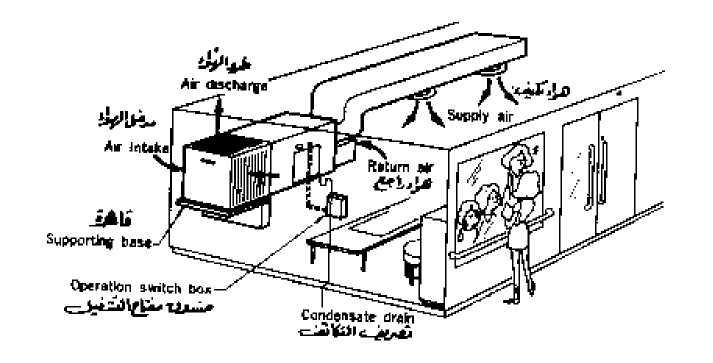
نموذجية لتركيبه فوق سطح المبنى للمكاتب، والرسم رقم (٥ - ٢٥حـ) يبين طريقة نموذجية لتركيبه خلال الحائط (Thru The Wall) للمحلات التجارية.

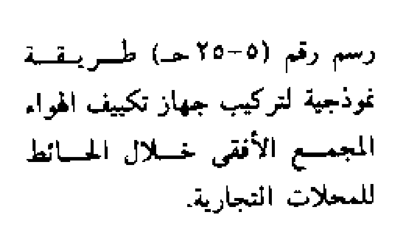


رسم رقم (٥-٢٥أ) طريقة نموذجية لتركيب جهاز تكييف الهواء المجمع الأفقى بالخارج بالنسبة لأماكن الإقامة.



رسم رقم (٥-٢٥ب) طريقة نموذجية لتركيب جهاز تكييف الهواء المجمع الأفقى فوق سطح المبنى للمكاتب.



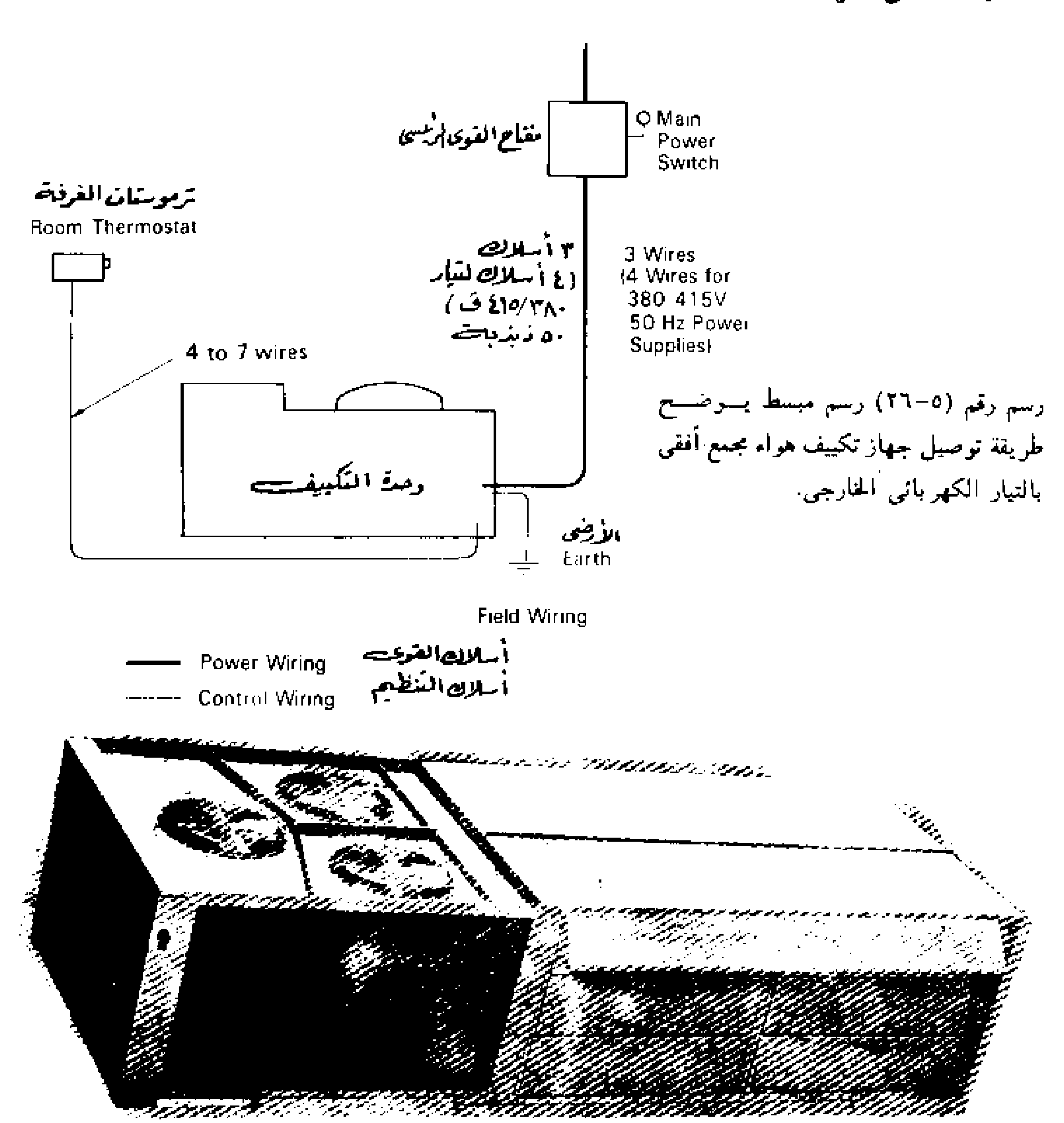

رسم رقم (٥-٢٥حـ) طريقة نموذجية لتركيب جهاز تكييف الهواء المجمع الأفقى خلال الحائط للمحلات التجارية.

وأجهزة تكييف الهواء المجمعة الأفقية يتم أيضا توصيل دوائرها الكهربائية الخاصة بأجزائها المختلفة التى تشتمل عليها داخل مصانع إنتاجها أثناء تجميعها وذلك قبل شحنها إلى أماكن التركيب. وكل ما يلزم إجراؤه من توصيلات كهربائية لها فى مكان تركيبها هو توصيل التيار الكهربائى اللازم لتشغيلها إلى مكان التركيب وذلك عن طريق مفتاح توصيل وفصل مركب به مصهرات مناسبة. وينظم عمل هذه الأجهزة ترموستات يركب داخل

المكان المكيف. والرسم المبسط رقم (٥ - ٢٦) يوضح طريقة توصيل أحد هذه الأجهزة بالتيار الكهربائى الخارجى.

هذا ويمكن الحصول فى الوقت الحاضر على أجهزة تكييف هواء مجمعة أفقية حديثة تركب فوق سطح المبانى وتقوم بتغذية الأماكن المكيفة بحجم هواء متغير.

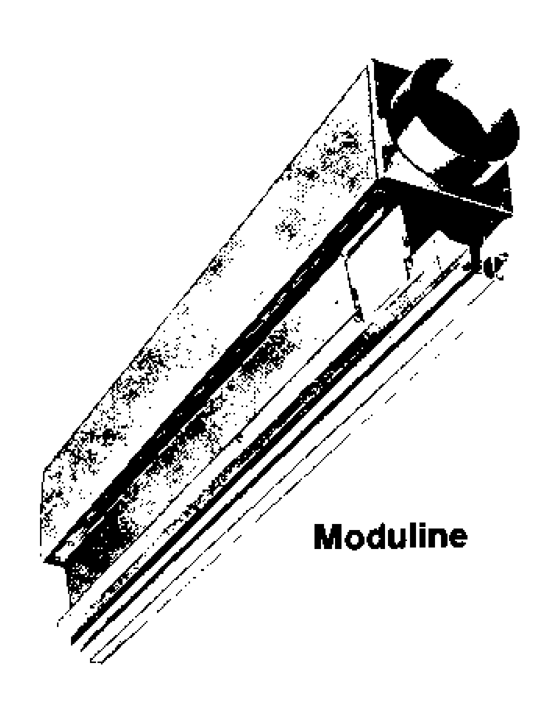
(Package Units With Variable Air Volume System) ذات سعة تبريد تتراوح ما بين ١٨ و ٤٥ طن تبريد.



رسم رقم (٥-٢٦) رسم مبسط يوضح طريقة توصيل جهاز تكييف هواء مجمع أفقى بالتيار الكهربائى الخارجى.

رسم رقم (٥-٢٧) الشكل الخارجى لجهاز تكييف هواء مجمع آفقى حديث من النوع الذى يركب فوق سطح المبنى ويقوم بتغذية الأماكن المكيفة بحجم هواء متغير.

الرسم رقم (٥ – ٢٧) يبين الشكل الخارجى لهذا الطراز من الأجهزة، ويتم توزيع الهواء المكيف منها بحجم متغير داخل الحيز المكيف بواسطة وحدات نهائية.

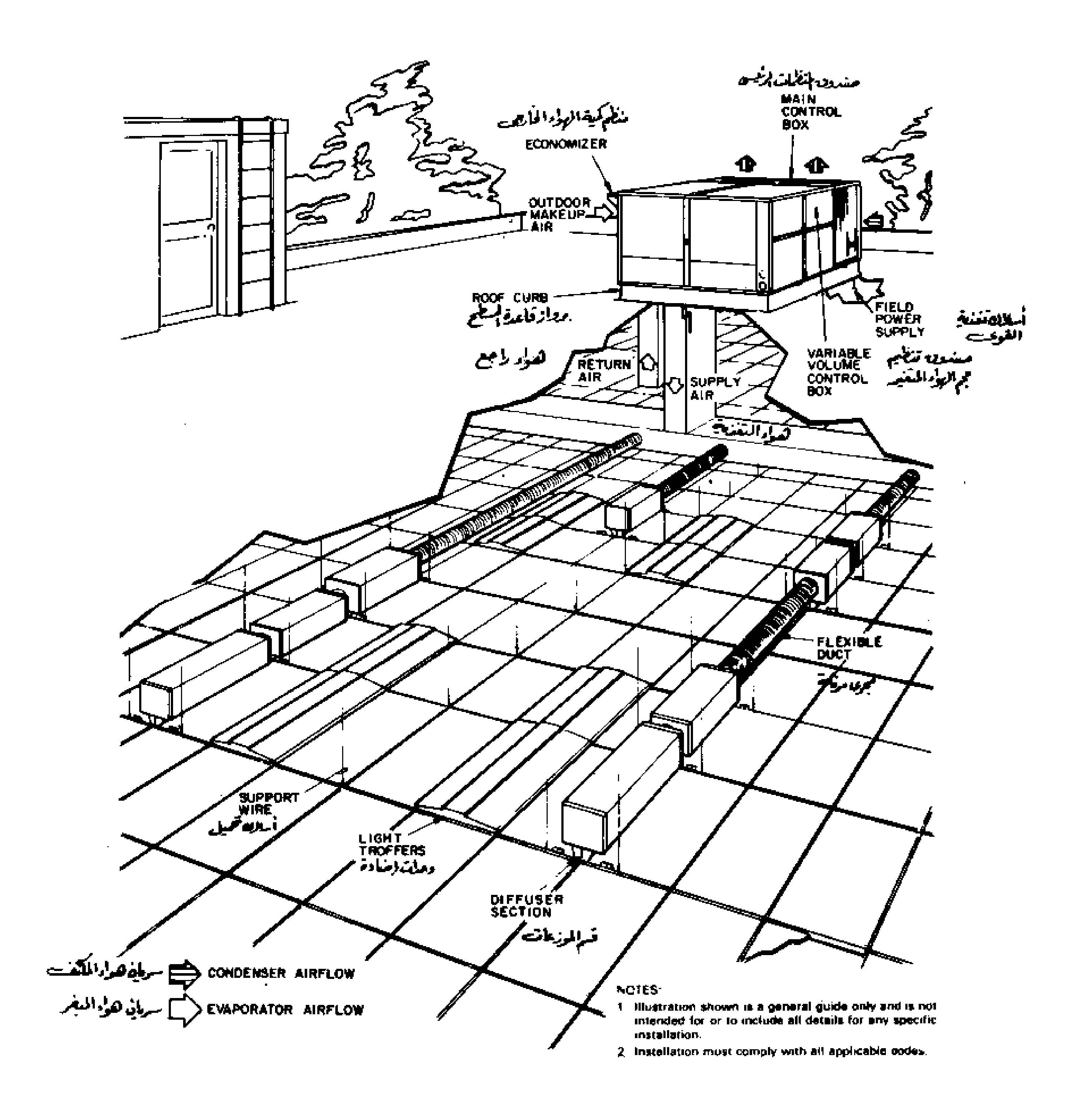


رسم رقم (٥–٢٨) وحدة نهائية تركب داخل المكان لتوزيع الهواء المكيف الخارج منها بحجم متغير.

(V. A. V. Terminal Units) كالسابق شرح طريقة عملها فى الفصل الثالث من الكتاب والتى يظهر شكل أحدها فى الرسم رقم (٥ – ٢٨).

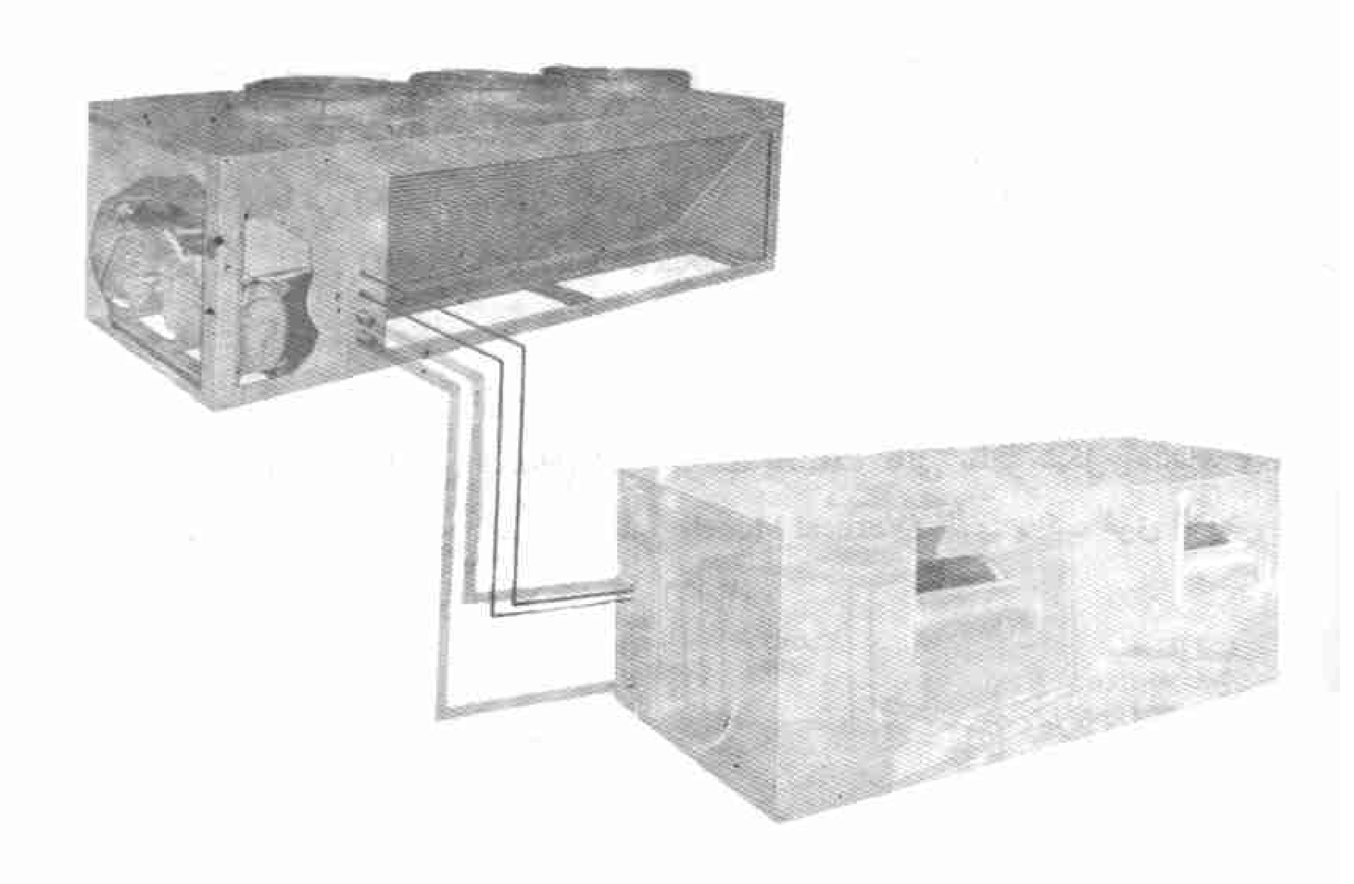
وبتركب ترموستات واحد ومنظم حجم فى أحد وحدات توزيع الهواء النهائية يمكن تنظيم كمية حجم الهواء المتغير الذى يخرج من هذه الوحدة أو من مجموعة من هذه الوحدات النهائية.

الرسم رقم (٥ – ٢٩) يوضح لنا طريقة نموذجية لتوصيل هذا الطراز من الأجهزة الذى يركب فوق سطح المبنى مع وحدات التوزيع النهائية التى تركب داخل الحيز المكيف.



رسم رقم (٥-٢٩) طريقة نموذجية لتوصيل جهاز تكييف الهواء المجمع الأفقى من الطراز الذى يركب فوق سطح المبنى، ويقوم بتغذية الأماكن المكيفة بحجم هواء متغير عن طريق وحدات التوزيع النهائية التى تركب داخل الحيز المكيف.

الفصل السادس

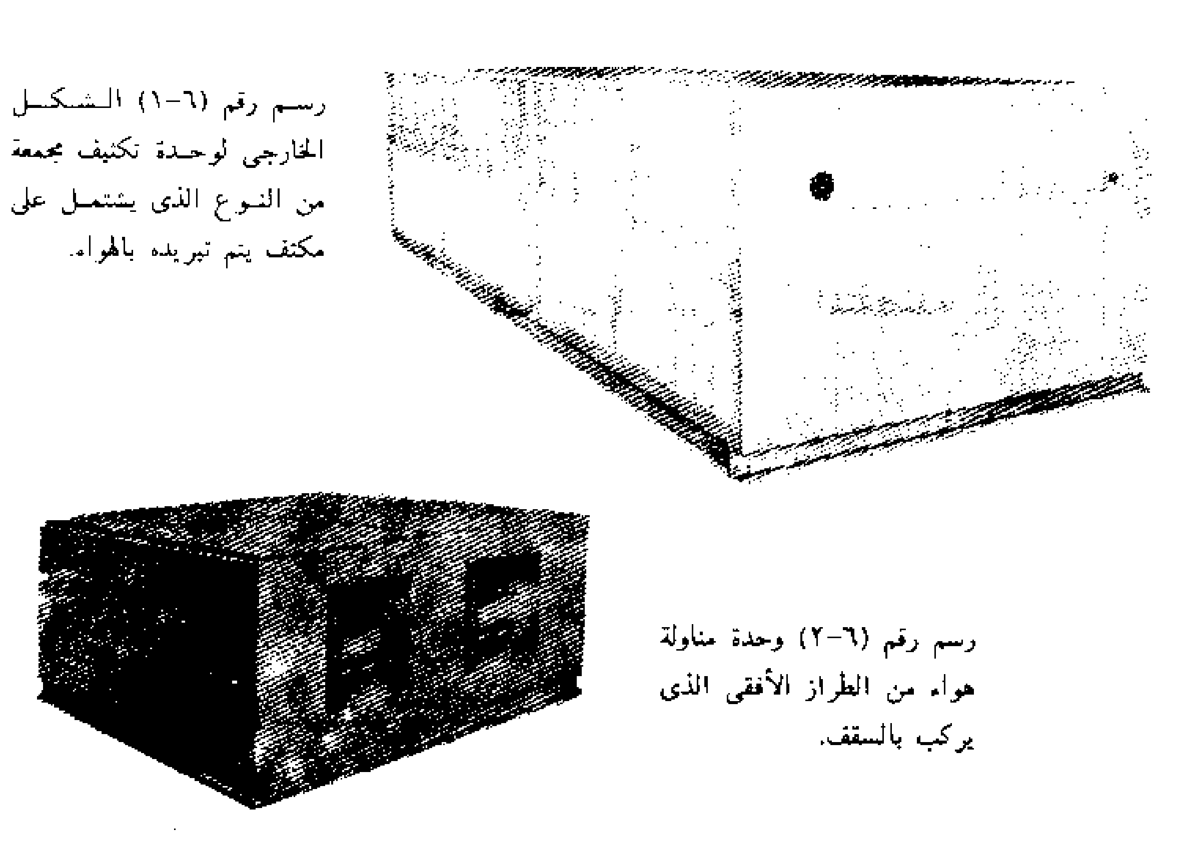


وحدات تكييف الهواء المركزية المنفصلة

الفصل السادس

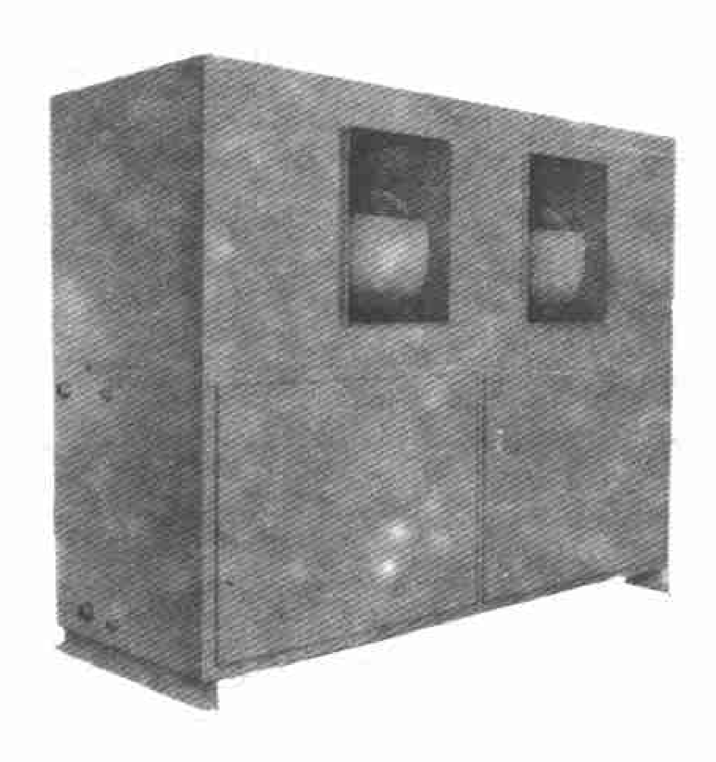
وحدات تكييف الهواء المركزية المنفصلة

إن وحدات تكييف الهواء المنفصلة (Split Airconditioning Systems) قد تم تصميمها أيضًا لتفي باحتياجات عمليات تكييف الهواء المركزية الكبيرة الخاصة بالأماكن التجارية والصناعية والمؤسسات المختلفة. وتصنع هذه الوحدات فى الوقت الحاضر بقدرات تتراوح ما بين ٢٠ و ١٢٠ طن تبريد. وتتركب وحدات تكييف المنفصلة التى تستعمل فى الأغراض السابق ذكرها من وحدة أو عدّة وحدات تكثيف من النوع المجمع الذى يشتمل على مكثفّ يتمّ تبريده بالهواء (Aircooled Condensing Unit) كالتى يظهر شكل إحداها فى الرسم رقم (٦-١). ويتم توصيل وحدات التكثيف هذه بواسطة مواسير تحمل مركب التبريد بوحدة مناولة هواء تشتمل على مبخّر ومراوح (Evaporator Blowers Unit) تكون إمّا من الطراز الأفقى (Horizontol Unit) الذى يركب بالسقف كالتى يظهر شكل إحداها فى الرسم رقم (٦-٢)، أو من الطراز الرأسى (Vertical Model) الذى يركب فوق الأرض كالتى يظهر شكل إحداها فى الرسم رقم (٦-٣).

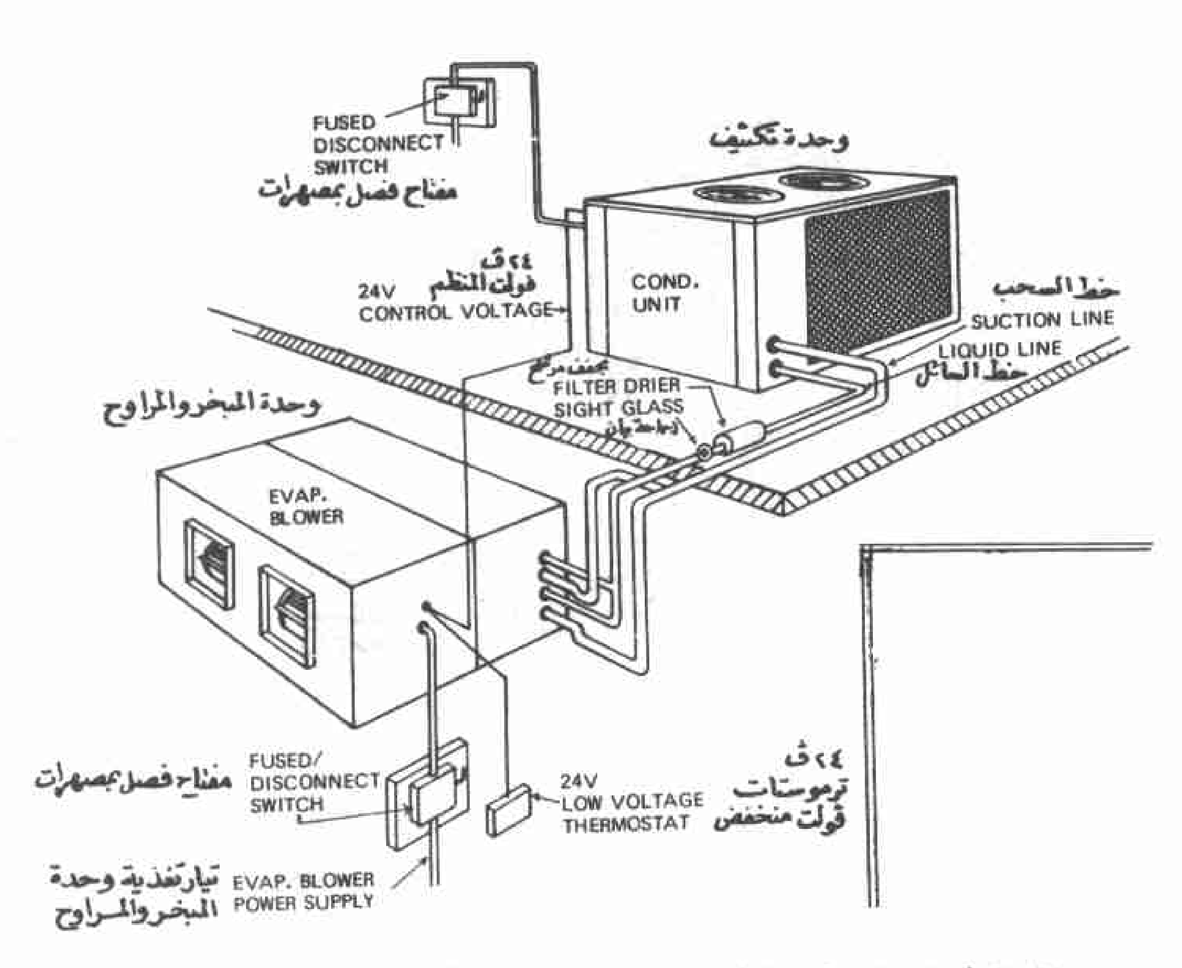


رسم رقم (٦-١) الشكل الخارجى لوحدة تكثيف مجمعة من النوع الذى يشتمل على مكثف يتم تبريده بالهواء.

رسم رقم (٦-٢) وحدة مناولة هواء من الطراز الأفقى الذى يركب بالسقف.



رسم رقم (٦-٣) وحدة مناولة هواء من الطارز الرأسى الذى يركب فوق الأرض.

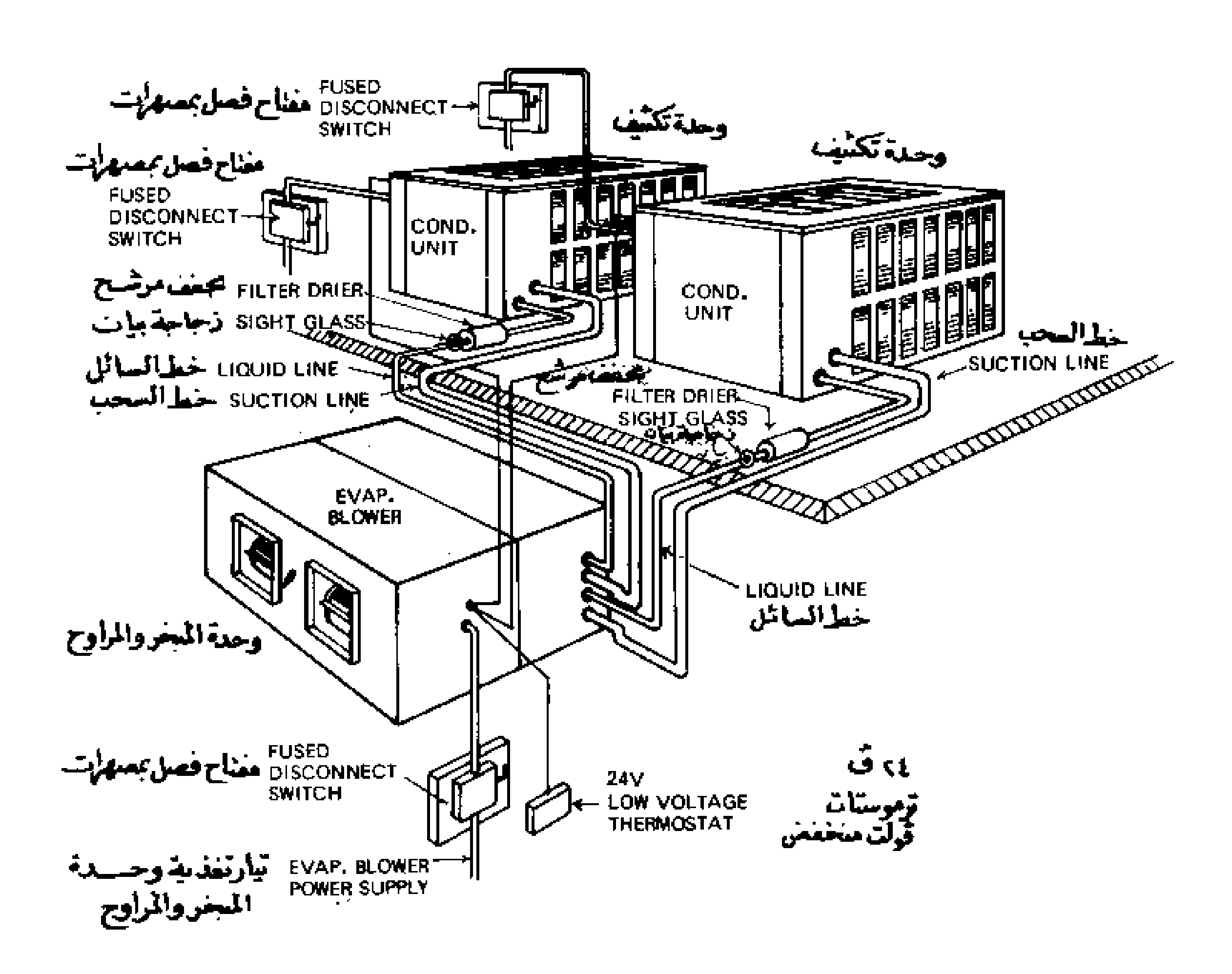


رسم رقم (٦-٤) طريقة نموذجية لتوصيل كل من مواسير مركب التبريد والتيارات الكهربائى الخاص بتشغيل وحدة تكثيف مركبة فوق سطح المبنى ومجموعة تبخير ومراوح مركبة داخل المبنى أسفل وحدة التكثيف.

طرق تركيب وحدات تكييف الهواء المركزية المنفصلة:

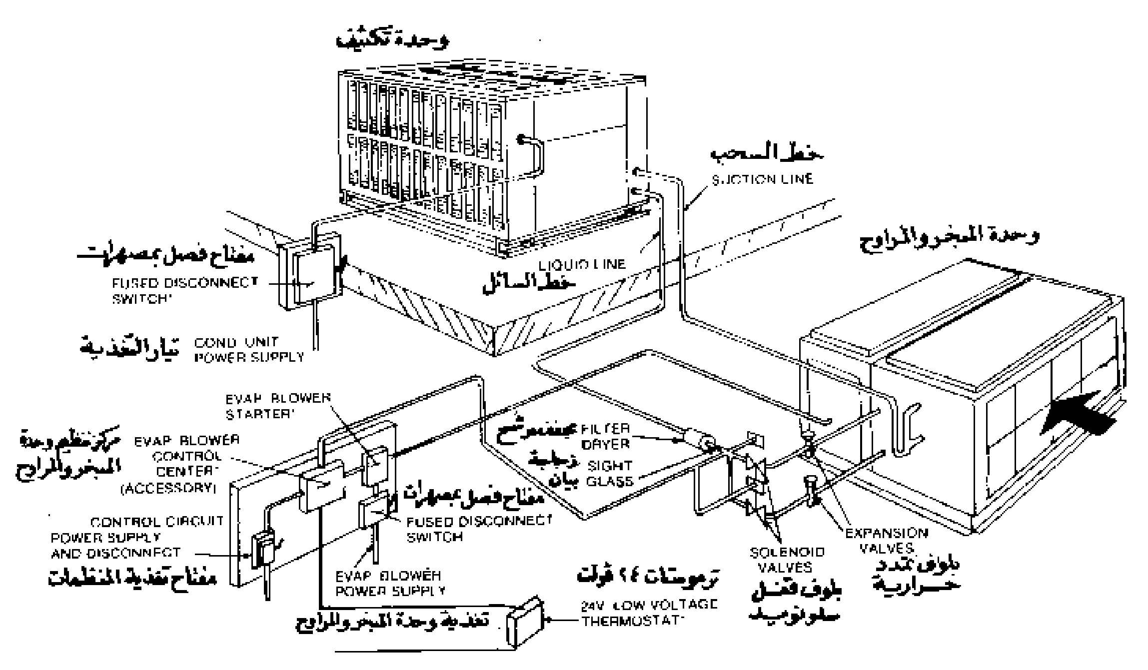
الرسم رقم (٦-٤) يبيّن طريقة نموذجية لتوصيل كلٍّ من مواسير مركب التبريد والتيار الكهربائى الخاص بتشغيل وحدة تكثيف فوق سطح المبنى ومجموعة مبخر ومراوح مركبة داخل المبنى أسفل وحدة التكثيف.

الرسم رقم (٦-٥) يبين طريقة نموذجية لتوصيل كل من مواسير مركب التبريد والتيار الكهربائى الخاص بتشغيل وحدتى تكثيف مركبتين فوق سطح المبنى تغذّيان مجموعة مبخر مراوح واحدة مركبة داخل المبنى أسفل وحدتى التكثيف.



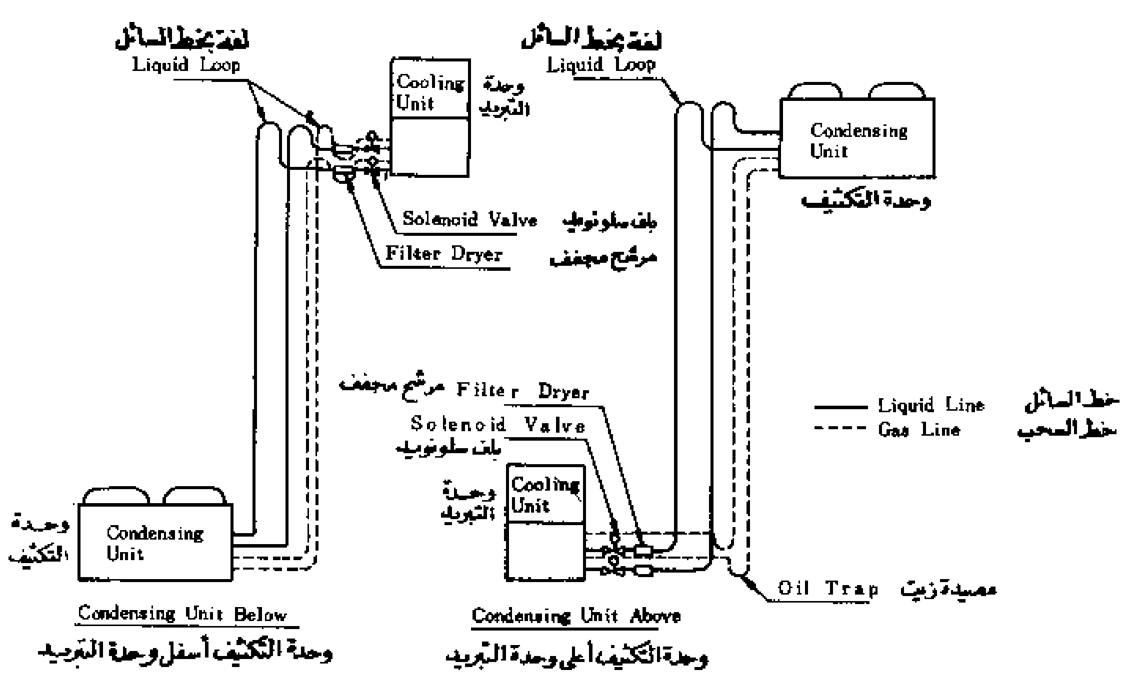
رسم رقم (٦-٥) طريقة نموذجية لتوصيل كل من مواسير مركب التبريد والتيار الكهربائى الخاص بتشغيل وحدتى تكثيف مركبتين فوق سطح المبنى وتغذيان مجموعة مبخر ومراوح واحده مركبة داخل المبنى أسفل وحدتى التكثيف.

الرسم رقم (٦-٦) يوضّح التوصيلات الكهربائية ويبيّن كذلك المنظمات الأخرى التى تركب بدائرة مركب تبريد وحدات تكييف الهواء المركزية المنفصلة.



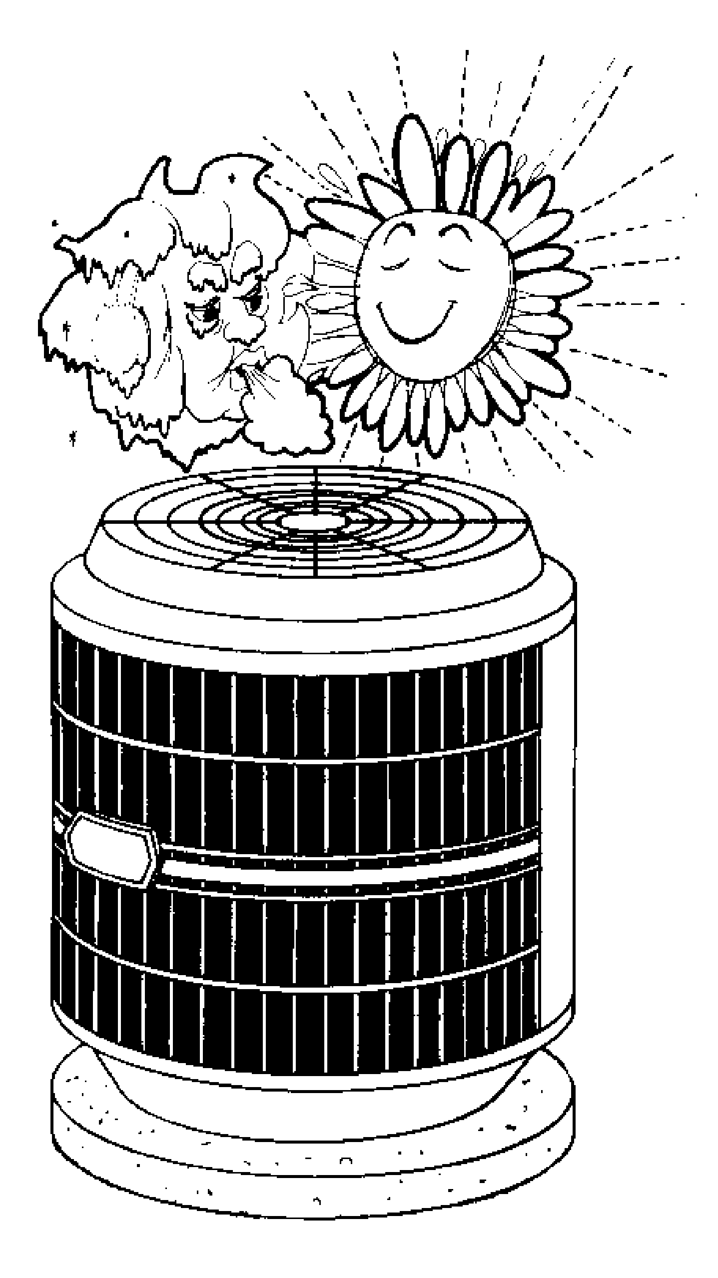
رسم رقم (٦-٦) التوصيلات الكهربائية والمنظمات الأخرى التي تركب بدائرة مركب تبريد وحدات تكييف الهواء المركزية المنفصلة.

هذا ويلزم مراعاة عمل لفّات بخط مواسير سائل مركب التبريد (liquid loops) ومصايد زيت بخط مواسير سحب مركب التبريد (Oil traps) وذلك تبعًا لمكان تركيب وحدة التكثيف أعلى أو أسفل وحدة التبريد (مجموعة المبخر والمراوح) كما يوضّح ذلك الرسم رقم (٦-٧).



رسم رقم (٦-٧) الأحتياطات التي يلزم مراعاتها بخطوط مواسير مركب التبريد وذلك عند تركيب وحدة التكثيف أعلى أو أسفل وحدة التبريد (مجموعة المبخر والمراوح).

الفصل السابع



الطلمبات الحرارية

الفصل السابع

الطلمبات الحرارية

الطلمبة الحرارية (Heat pump) أو التى يطلق عليها أحيانًا وحدة تكييف الهواء ذات الدورة المعكوسة (Reverse Cycle Airconditioner) قد تم استعمالها منذ عدّة سنين مضت. إن عملية رفع الحرارة من الهواء الموجود داخل المكان وطردها للهواء الخارجى عن طريق نقل الحرارة باستعمال مركب التبريد هى طريقة أساسية فى تكييف الهواء. وبعكس هذه العملية أصبح ممكنًا إعطاء حرارة داخل الأماكن خلال فصل الشتاء وانتشر الترويج لهذه الطريقة فى نهاية عام ١٩٤٠ وبداية عام ١٩٥٠. ولكن من سوء الحظ فإن الأجهزة التى قد استخدمت فى ذلك الوقت لم تكن مصمّمة بطريقة مناسبة نظرًا للإجهادات الإضافية التى تتواجد فى استعمالات الطلمبات الحرارية. وبالإضافة إلى ذلك فإن الأشخاص الذين قاموا بتركيب هذه الأجهزة وكذلك الفنيين الذين قد أشرفوا على خدمتها لم تكن لديهم إلاّ معلومات قليلة عن الطلمبات الحرارية مّما جعل لها مشاكل سيئة. ونتيجة لذلك فإن الطلمبات الحرارية التى استخدمت فى بداية الخمسينات فشلت بدرجة أثارت الدهشة مما جعل استعمالها غير مرغوب فيه، ووضعت معظم الشركات المنتجة لها تصميماتها على الأرفف واتجهت إلى تصنيع أجهزة تكييف هواء أخرى.

ونظرًا لأن البترول كان متوفرًا ومتاحًا بسعر رخيص، وكذلك الكهرباء كانت رخيصة، فإن سوق أجهزة تكييف الهواء العادية كان ينمو بسرعة، ولذلك لم يكن هناك أىّ اتجاه فى ذلك الوقت لترويج أجهزة غير مناسبة. وبتحديد استهلاك البترول فى عام ١٩٧٣، والزيادة المطّردة بشكل غير عادى فى جميع مصادر الطاقة، فإنه أصبح استخدام أجهزة ذات كفاءة اقتصادية عالية فى الطاقة أمرًا إجباريًا لا مفرّ منه؛ ولهذا أعطت غالبية الشركات الكبيرة إنتباهها مرّة أخرى إلى الطلمبة الحرارية وأصبح الآن سوقها من أسرع القطاعات نموًّا بالنسبة لأجهزة تكييف الهواء.

وبالإضافة لاقتصاديات الطاقة فإن هناك أسبابًا وعوامل هامّة أخرى من أجلها أصبحت الطلمبة الحرارية تُتيح طريقة ناجحة فى تدفئة وتبريد أماكن الإقامة. هذا وبعض هذه

العوامل لم يكن أيضًا موجودًا منذ بضع سنين قليلة مضت. وفيما يلى هذه الأسباب والعوامل الهامة:

١ - إن المساكن تعزل حراريًا الآن بطريقة ومواد أفضل، مما سبّب انخفاضًا فى ثمن الأجهزة.

٢ - تم تصميم ضواغط وملفّات خاصّة لهذا الاستعمال لها جودة عالية.

٣ - لا تحتاج المساكن الآن لفتحات أو مداخن، نظرًا لأنه لاتوجد عوادم احتراق تعمل على تلوّث الهواء.

٤ - الأجهزة، وعلى الأخصّ الجزء الذى يركب داخل المكان منها تحتلّ حيزًا أقل.

٥ - المنظمات والبلوف العاكسة يمكن الاعتماد عليها.

٦ - بذل جهد هندسى كبير لاكتشاف وفهم ما يحدث حقيقة داخل الأجهزة، وبذلك أصبح التصميم الكلّى أفضل كثيرًا.

٧ - الاستعمال أصبح أكثر دقّة.

٨ - كثر عدد الفنيين الذين أمكن تدريبهم لتركيب وخدمة الطلمبات الحرارية بطريقة صحيحة.

ما هى الطلمبة الحرارية؟

فى أبسط صورة، نجد أن الطلمبة الحرارية لها تركيب يختلف قليلاً عن جهاز تكييف الهواء العادى، حيث تجهز لإمكانية دورانها أيضًا إلى الخلف (Backwards). وأثناء دورانها إلى الخلف، فإنها تمتصّ الحرارة من الهواء الخارجى وتدخلها إلى داخل أماكن الإقامة.

إن معظم الفنيين يمكنهم أن يفهموا أن جهاز تكييف الهواء يمكن جعله يدور إلى الخلف بسرعة كافية، ولكن ما يحيرّ الكثير منهم أنه كيف يمكن عمل ذلك؟ حتى بالدوران إلى الخلف، يمكن للطلمبة الحرارية أخذ حرارة من الهواء الخارجى عندما يكون باردًا جدًّا.

وحقيقة الموضوع هو أن هـواء الشتاء الخـارجي البارد دائـما يحتوى عـلى كمية من الحرارة... إن قراءة درجة حرارة صفر °ف فى الشتاء لاتعنى أنه لا توجد حرارة فى الهواء. ومن الواضح تمامًا أن الهواء عند «تحت الصفر» يشتمل على حرارة أقل من الهواء عند درجة الصفر.

إن النقطة المطلقة التى لاتوجد بها حرارة فى الهواء هى – ٤٥٩°ف ويطلق عليها «الصفر المطلق – Absolute Zero».

ونظرًا لأن «الصفر المطلق» هو – ٤٥٩°ف، فإنه يكون من الواضح أن الهواء مازال يحتوى على ٤.٥٩ مرة حرارة عند صفر°ف، كما هو الحال بين صفر°ف فى يوم شتاء و١٠٠°ف فى يوم حار صيفًا.

وتقوم الطلمبة الحرارية بامتصاص هذه الحـرارة بتبخّر مـركب التبريـد داخل الملف الخارجى «Outside Coil» عند درجة حرارة أقل من درجة حرارة الهواء الخارجى، مسببّة سريان الحرارة من الهواء إلى مركب التبريد. أليس ذلك بسيطًا!

ولكنه ليس بالبساطة التى فكّرت فيها بعض المصانع عند بدايـة صناعـة الطلمبـات الحرارية حيث إن كل ما قامت به هذه المصانع فى ذلك الوقت هو تركيب بلفٍ ذى أربعة سكك «Four Way ValVe» لعكس سريان مركب التبريد فى جهاز تكييف الهواء العادى. وبهذه الطريقة تمّ إنتاج أجهزة كانت مصدرًا لحدوث متاعب مستمرّة، وفشلت أيضًا فى إعطاء التدفئة المطلوبة وإحتاجت كذلك إلى مصاريف باهظة لخدمتها.

إن الطلمبة الحرارية لها حالات تشغيل خاصة لتصميمها الفريد، فمثلاً الملف الداخلى «Indoor Coil» الذى يعمل كملف مبخّر فى دورة الصيف يكون هو ملفّ المكثف فى الشتاء. ومن أجل ذلك يجب أن يكون له مساحة مسطح أكبر فى العادة وذلك للمحافظة على درجات حرارة التكاثف من الارتفاع بدرجة خطيرة. والمجمع (Accumulator) الذى يركب فقط فى أجهزة تكييف الهواء الجيدة التصميم يكون ضروريًا فى الطلمبة الحرارة، مثل مسخّن صندوق المرفق الذى يجعل زيت الضاغط خاليًا من مركب التبريد خلال حـالات التقويم عنـد درجات الحرارة المنخفضة. ويجب كذلك إعطاء إنتباه خاصّ لاختيار الضاغط لعمل الطلمبة الحرارية نظراً لأنه يعمل خلال العالم كله وعند ضغوط تشغيل مختلفة تمامًا عن جهاز تكييف الهواء العادى.

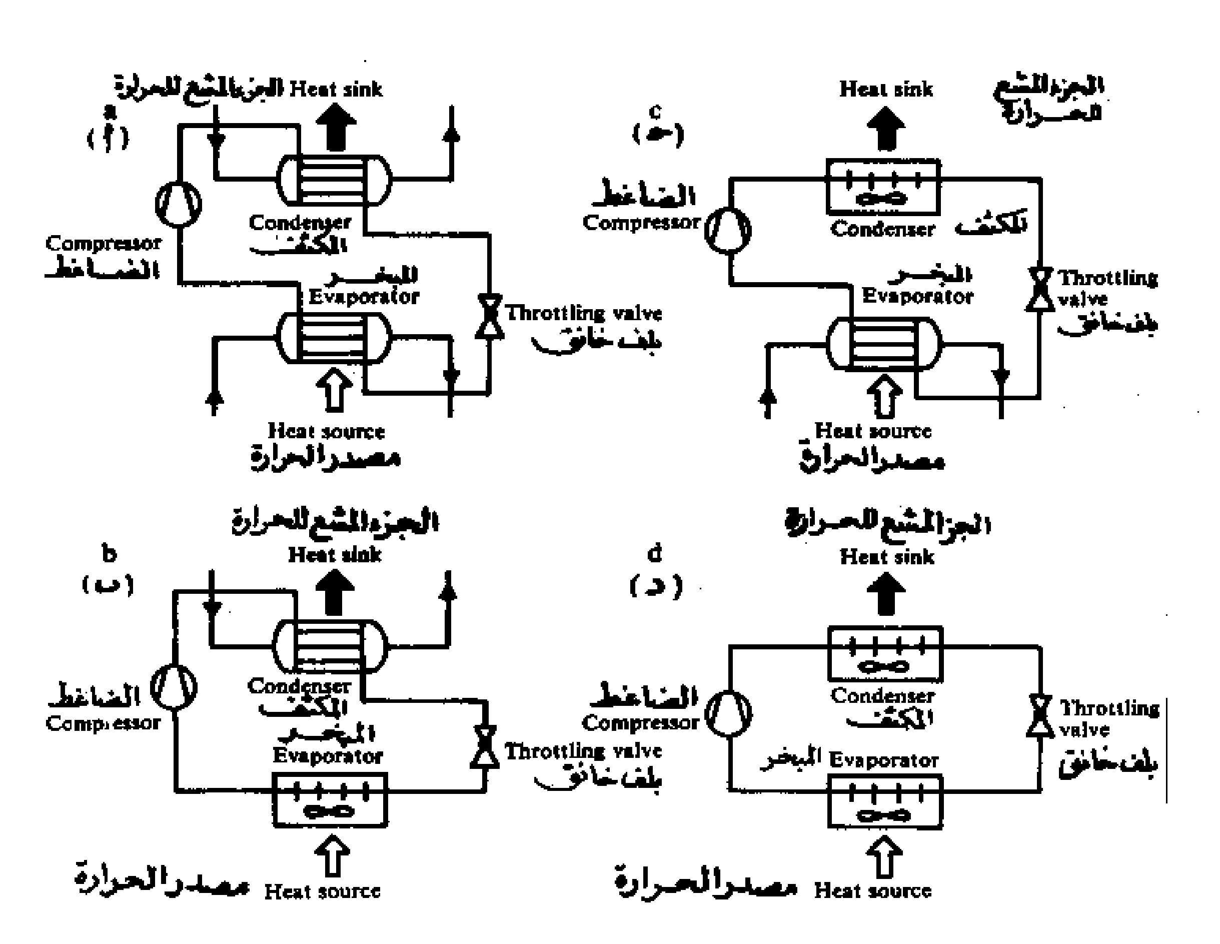
ولهذا نجد أن الطلمبة الحرارية ليست أكثر من جهاز تكييف هواء يمكن أن يدور إلى الخلف - ولكن مرة أخرى أليست كذلك!

الطرق المختلفة لعمل الطلمبات الحرارية

تتوقف هذه الطرق على مصادر الحرارة، والجزء المشعّ للحرارة (Heat Sink) وأجهزة نقل الحرارة (Heat Carriers) ولذلك يمكن بإختصار توصيف أنواع الطلمبات الحرارية بالطرق المختلفة لعملها الآتية، وكما توضّحها الرسومات الظاهرة فى الرسم رقم (٧-١)

(أ) الطلمبة الحرارية ماء / ماء: رسم رقم (٧-١أ).

مصدر الحرارة:



رسم رقم (٧-١) الأنواع المختلفة من الطلمبات الحرارية.

الأرض، الماء الموجود على السطح، الماء المستهلك، التربة (غير مباشرة).

الجزء المشعّ للحرارة:

عملية تسخين الماء.

المبدلات الحرارية:

المكثف ذو الغلاف والمواسير.

المبخّر ذو الغلاف والمواسير أو المبخر اللوح.

(ب) الطلمبة الحرارية هواء / ماء: رسم رقم (٧-١ب).

مصدر الحرارة:

الهواء الخارجي، الهواء الفاسد أو الراجع.

الجزء المشع للحرارة:

عملية تسخين الماء.

المبدلات الحرارية:

المكثّف ذو الغلاف والمواسير.

المبخر ذو المواسير والزعانف.

(حـ) الطلمبة الحرارية ماء/هواء: رسم رقم (٧-١حـ).

مصدر الحرارة:

الأرض، الماء الموجود على السطح، الماء المستهلك، التربة (غير مباشرة).

الجزء المشعّ للحرارة:

عملية تسخين الماء.

المبدلات الحرارية:

المكثّف ذو المواسير والزعانف.

المبخّر ذو الغلاف والمواسير.

(د) الطلمبة الحرارية هواء / هواء: رسم رقم (٧-١د).

مصدر الحرارة:

الهواء الخارجى، الهواء الفاسد أو الراجع.

الجزء المشع للحرارة:

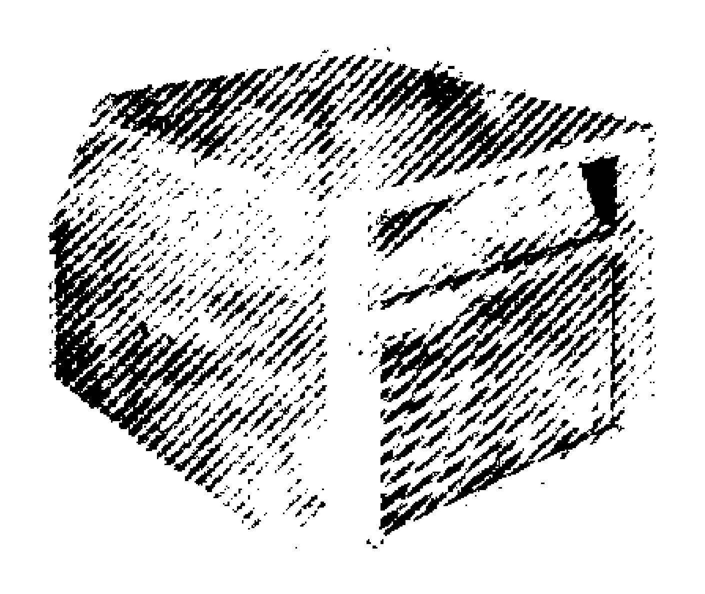
عملية تسخين الماء.

المبدلات الحرارية:

المكثف ذو المواسير والزعانف.

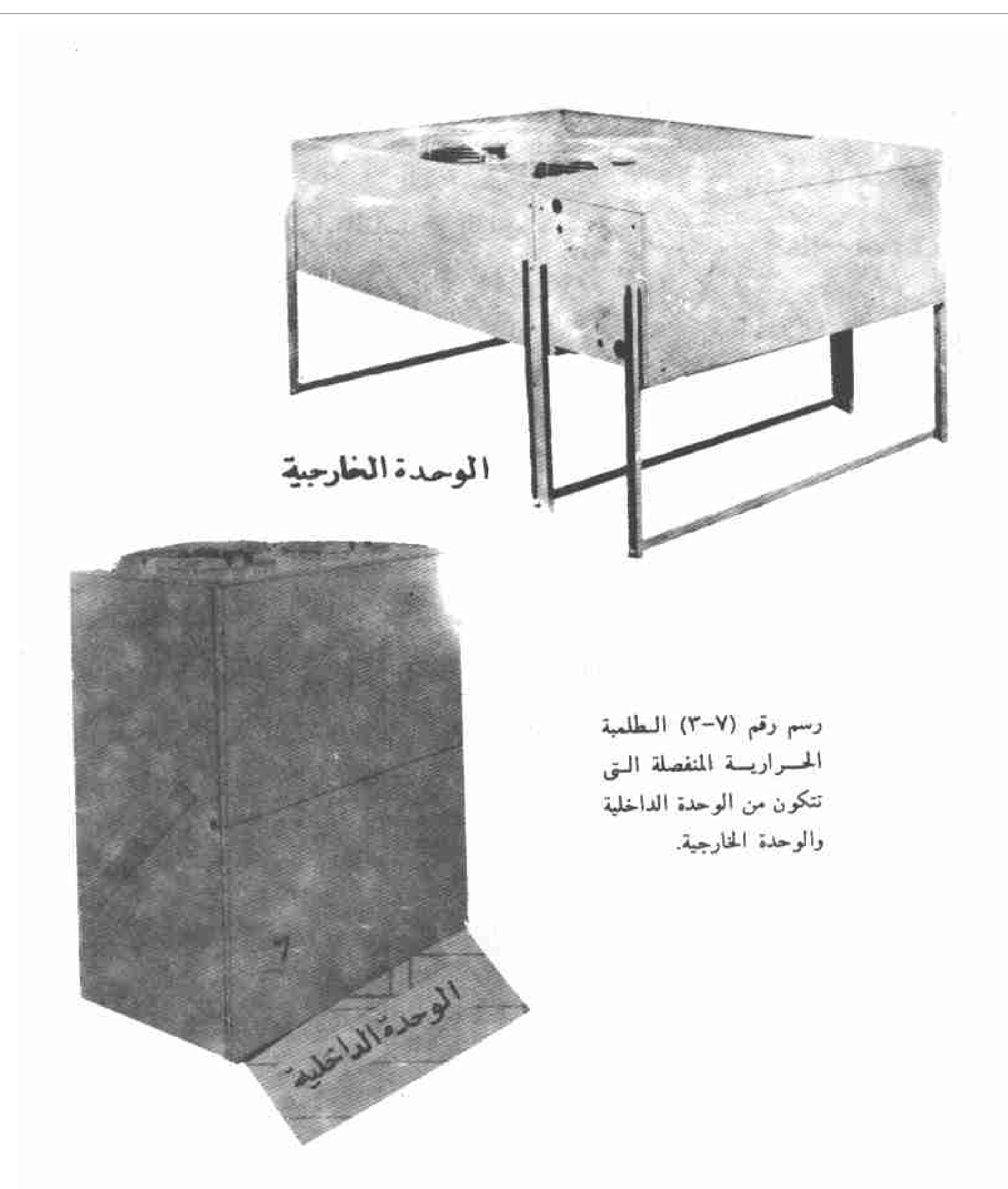
المبخر ذو المواسير والزعانف.

ولسهولة توضيح عمل الطلمبات الحرارية سنقصر كلامنا فى هذا الفصل من الكتاب عن الطلمبات الحرارية من طراز هواء/هواء (Air to Air Heat Pumps) والتى تكون جميع أجزائها إمّا مجمعة داخل كابينة واحدة (Self Contained Unit) كالتى يظهر شكل إحداها فى الرسم رقم (٧-٢) أو التى تكون أجزاؤها مركّبة داخل كابينتين منفصلتين، كابينة الوحدة الخارجية (Outdoor Unit) وكابينة الوحدة الداخلية (Indoor Unit) كالوحدتين



رسم رقم (٧-٢) الشكل الخارجى للطلمبة الحرارية المجمعة.

اللتين تظهران فى الرسم رقم (٧-٣) والتى يطلق عليها أيضا الطريقة المنفصلة (Split System).

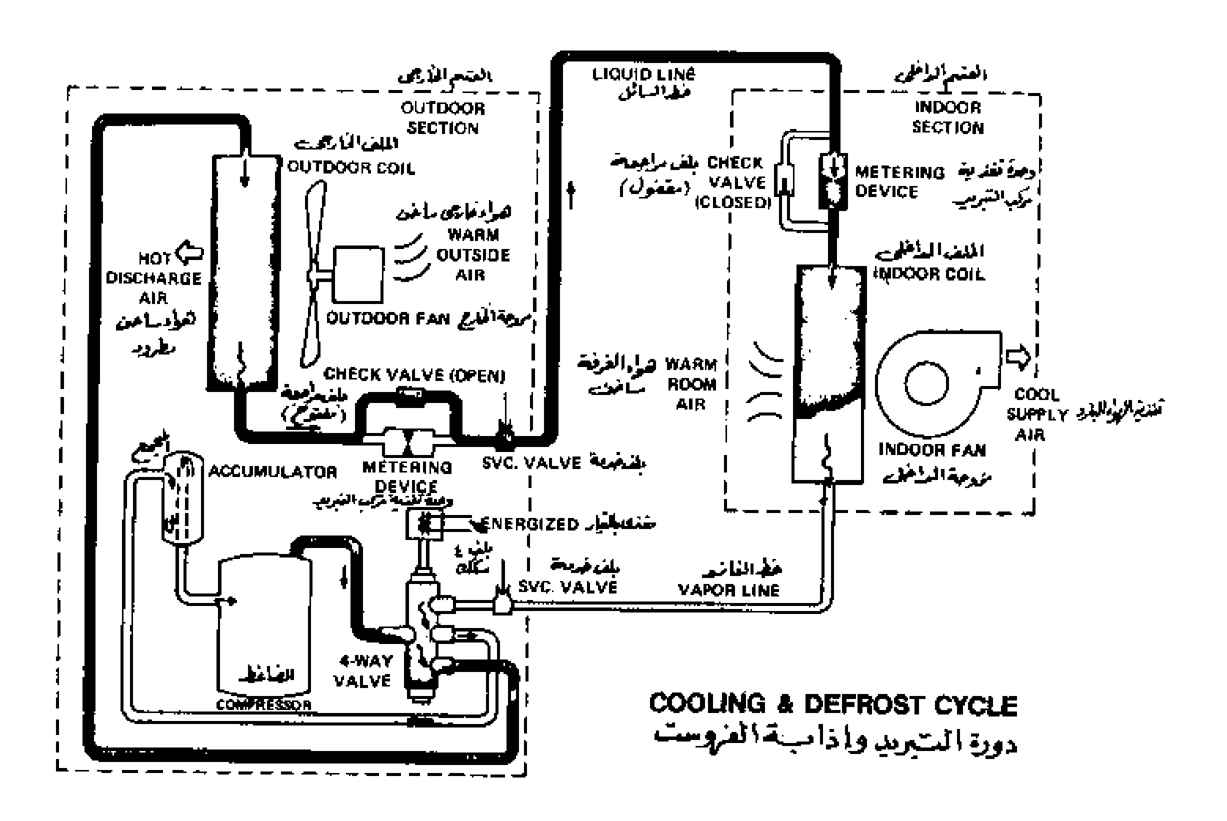


رسم رقم (٧-٣) الطلمبة الحرارية المنفصلة التي تتكون من الوحدة الداخلية والوحدة الخارجية.

كيف تعمل الطلمبة الحرارية؟
(من طراز هواء / هواء)

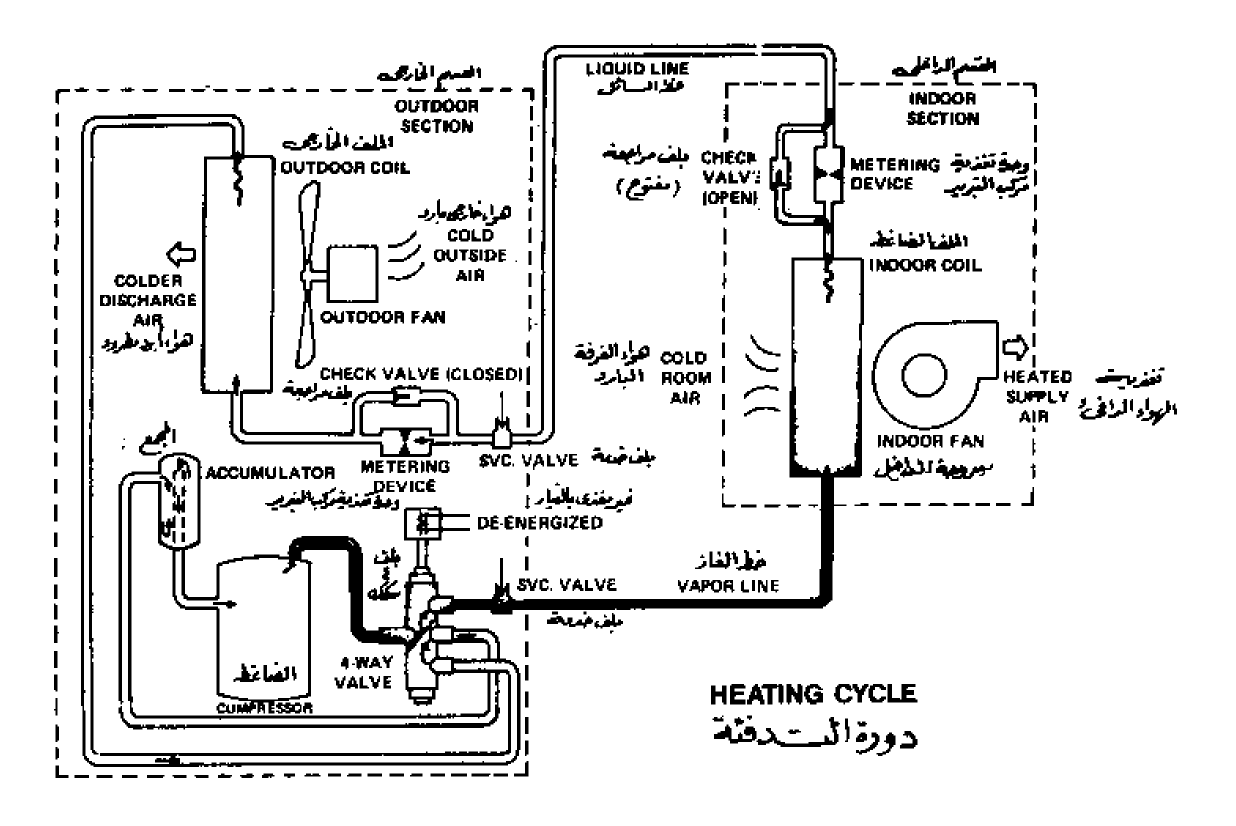
أثناء القيام بعملية التبريد، تنقل الحرارة إلى مركب التبريد. ويتم تبريد ورفع الرطوبة الزائدة من الهواء الساخن الموجود داخل المكان، حيث يعاد توزيعه خلال شبكة مجارى الهواء. والحرارة التى يكون قد امتصها مركب التبريد تـطرد إلى الخارج بـواسطة الملف الخارجى (تنظر دورة التبريد وإذابة الفروست (ديفروست) المبيّنة فى الرسم رقم (٧-٤).

وعندما يطلب الترموستات المركب بالمكان التدفئة، فإن البلف ذا الأربع سكك (4 Way Valve) يأخذ وضعة الآخر أو توماتيكيا ويعكس الدورة. والحرارة التى تمتصّ من الهواء الخارجى تغيّر مركب التبريد من سائل ذى درجة حرارة منخفضة إلى غاز ذى ضغط ودرجة حرارة منخفضة. ويسحب هذا الغاز إلى الضاغط، حيث يقوم بضغطه إلى غاز ذى ضغط ودرجة حرارة عالية ويدفعه إلى الملفّ الداخلى. ويعمل الآن الملف الداخلى كمكثّف لدائرة



رسم رقم (٧-٤) دورة التبريد وإذابة الفروست (ديفروست) للطلمبة الحرارية من طراز هواء / هواء.

مركب التبريد حيث يعطى حرارة الغاز ذى درجة الحرارة المرتفعة إلى الهواء الذى يتحرك خلال الملف كما هو مبين بالرسم رقم (٧-٥).



رسم رقم (٧-٥) دورة التدفئة للطلمبة الحرارية من طراز هواء / هواء.

وأثناء دورة التدفئة، فإن الهواء الخارجى الذى يمرّ خلال الملفّ الخارجى يعطى حرارته إلى مركب التبريد، حتى ولو كانت درجة حرارة هذا الهواء الخارجى ٣٥ أو ٤٠°ف (أعلى قليلاً من درجة التجمد)، فإن تخفيض درجة الحرارة بقدر يبلغ تقريبًا ١٠ درجات، عندما يعطى حرارته، فإنه يسبّب تجمد الرطوبة الموجودة بالهواء ويتكوّن الفروست على الملف الخارجى. وفى حالة عدم وجود بعض الوسائل لإذابة هذا الفروست (ديفروست) بطريقة دورية، فإنه قد يستمر يتجمع فوق الملف حتى يصبح هذا الملف مسدودًا بالفروست) مسبّبًا تخفيض سعة الوحدة بدرجة كبيرة. وطريقة إذابة الفروست هذه (ديفروست) تتغيّر باختلاف المصانع التى تنتج الطلمبات الحرارية.

وأحد هذه الطرق يستخدم بها المسخّنات الكهربائية ذات المقاومة لإذابة الفروست، ولكن الطريقة الأخرى الشائعة الاستعمال هى عكس البلف ذى الأربعة سكك الذى يقوم

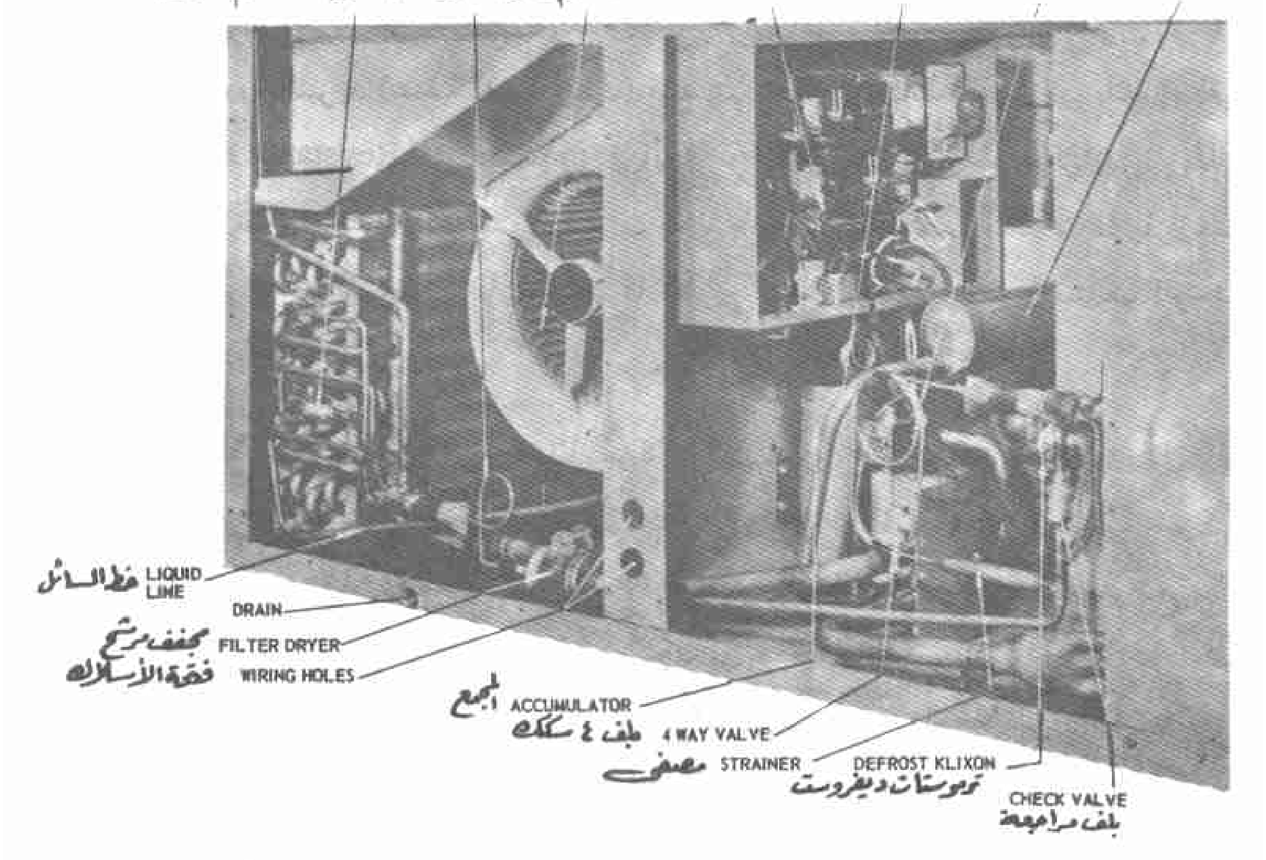
بعكس عمل الوحدة إلى عملية التبريد، حيث يعمل الآن الملف الخارجي كملف مكثف ساخن يُذيب الفروست المتجمع فوقه ولمعالجة تغذية الهواء الداخلي، نظراً لكون الوحدة تعمل فى دورة التبريد (عملية الديفروست) فإنه يتم تغذية مسخّنات مقاومة كهربائية إضافية (Supplemental Resistance Heaters) بالتيار مركبة فى مسار تيار الهواء الداخلي، وبذلك يتم معالجة تأثير التبريد ومنع حدوث تيارات هواء باردة. وعندما تحسّ منظمات الديفروست بأنه قد تمّ إذابة الفروست، فإن البلف ذا الأربع سكك يعكس وضعه وتستأنف الوحده عملية التدفئة.

هذا ونظرًا لعدم إمكان مرور سائل مركب التبريد فى اتجاه عكسى بسهولة خلال بلف التمّدد الحرارى أو الماسورة الشعرية (Metering Device) الموجودة بدائرة مركب التبريد، لذلك يمر هذا السائل خلال ماسورة تهريب (By - Pass Line) كما هو موضح بكل من الرسم رقم (٧-٤) و (٧-٥)، حيث نجد أن هذه الماسورة تشتمل أيضًا على بلف مراجعة (Check Valve) يمنع مرور سائل مركب التبريد فى اتجاه معاكس داخل ماسورة التهريب. ولإمكان تحويل سائل مركب التبريد أثناء دورة التدفئة إلى غاز داخل الملف الخارجي حتى يصل إلى الضاغط بهذا الشكل، فإنه يركّب فى الجهاز بلف تمدد حرارى آخر أو ماسورة شعرية أخرى (Metering Device) عند مدخل الملف الخارجي للقيام بهذا العمل.

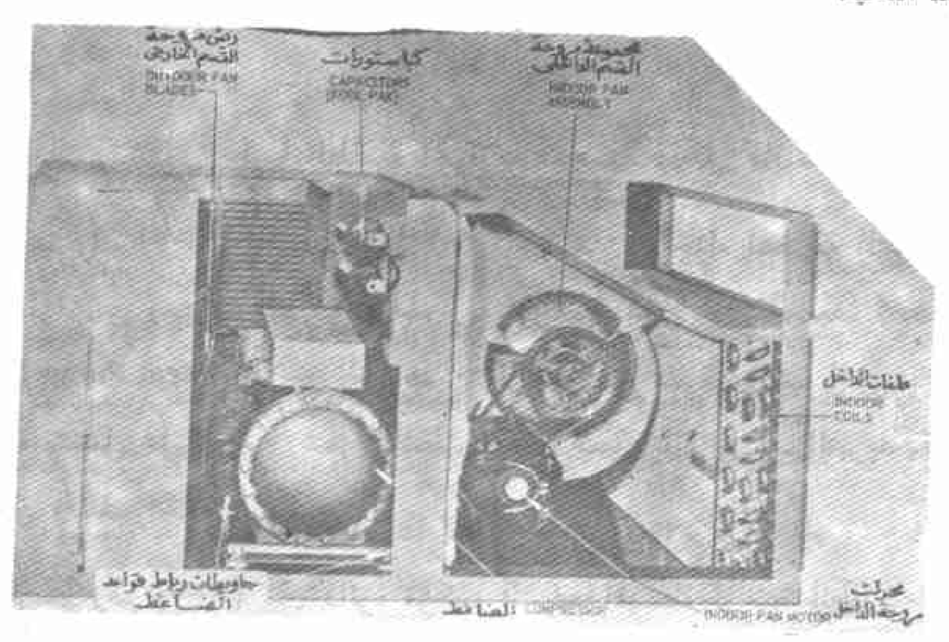
الأجزاء التى تشتمل عليها الطلمبة الحرارية المجمعة داخل كابينة واحدة:

الرسم رقم (٧-٦) والرسم رقم (٧-٧) يوضحان الأجزاء المختلفة التى يشتمل عليها هذا الطراز من وحدات الطلمبات الحرارية المجمعة داخل كابينة واحدة (Selfcontained Heat Pump Units). ونلاحظ من هذين الرسمين أن دائرة مركب التبريد الخاصة بهذه الوحدة تشتمل على مواسير شعرية لتنظيم دخول كمية سائل مركب التبريد بكل من الملف الداخلي والملف الخارجي بالوحدة.

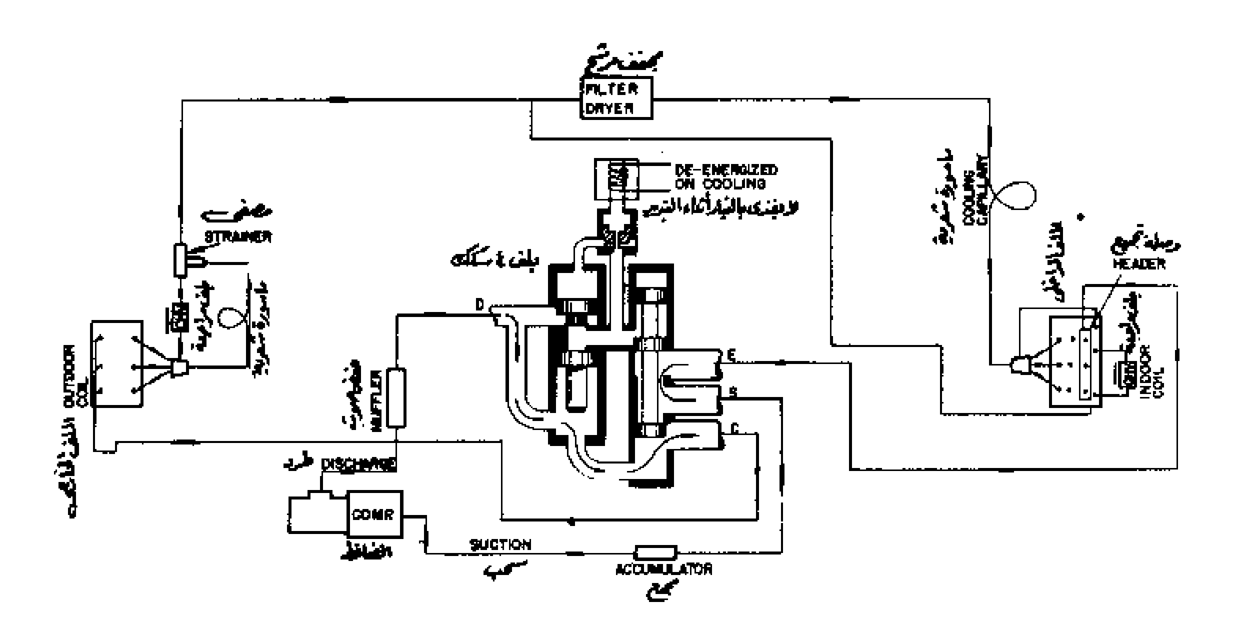
والرسم رقم (٧-٨) يبينّ دائرة مركب التبريد المبسّطة لوحدة الطلمبة الحرارية التى تشتمل على مواسير شعرية لتنظيم دخول كمية سائل مركب التبريد بكل من الملف الداخلي، والملف الخارجي المركبة بهذه الوحدة أثناء عملها دورة التبريد (Cooling Cycle)،



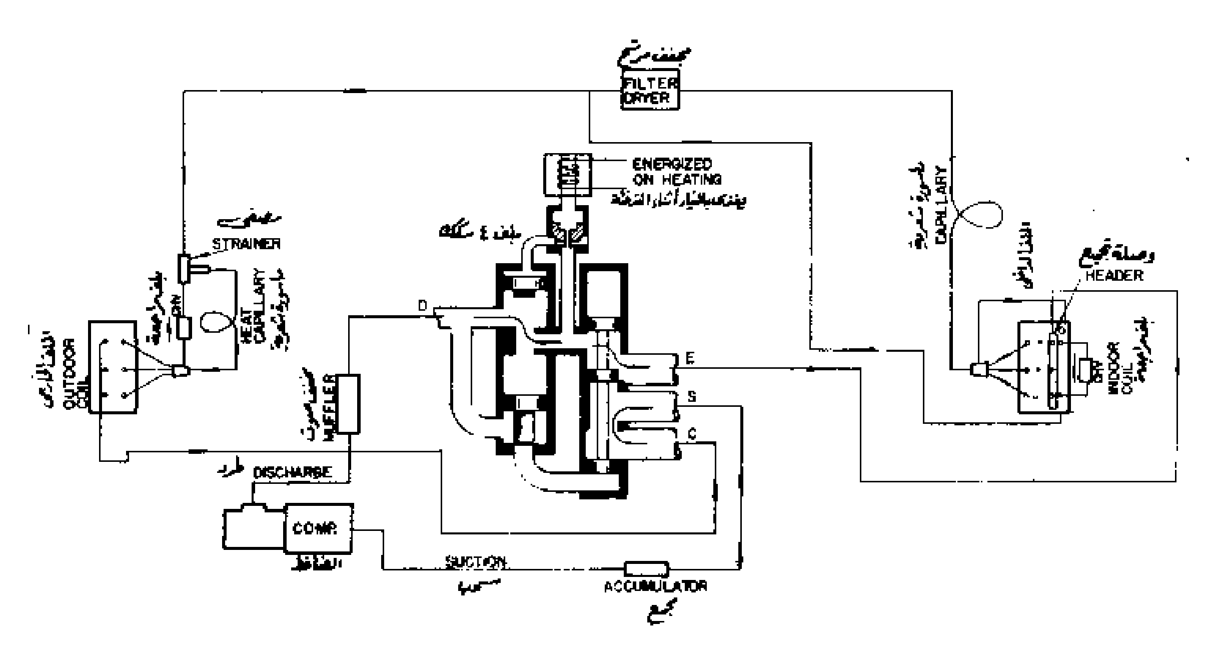
رسم رقم (٧-٦) الجانب الأيسر لوحدة طلمبة حرارية مجمعة داخل كابينة واحدة تظهر به الأجزاء المختلفة التى تتواجد بهذه الناحية.



رسم رقم (٧-٧) الجانب الأيمن للطلمبة الحرارية الظاهرة بالرسم السابق، يبين الأجزاء المختلفة التى تتواجد بهذه الناحية.

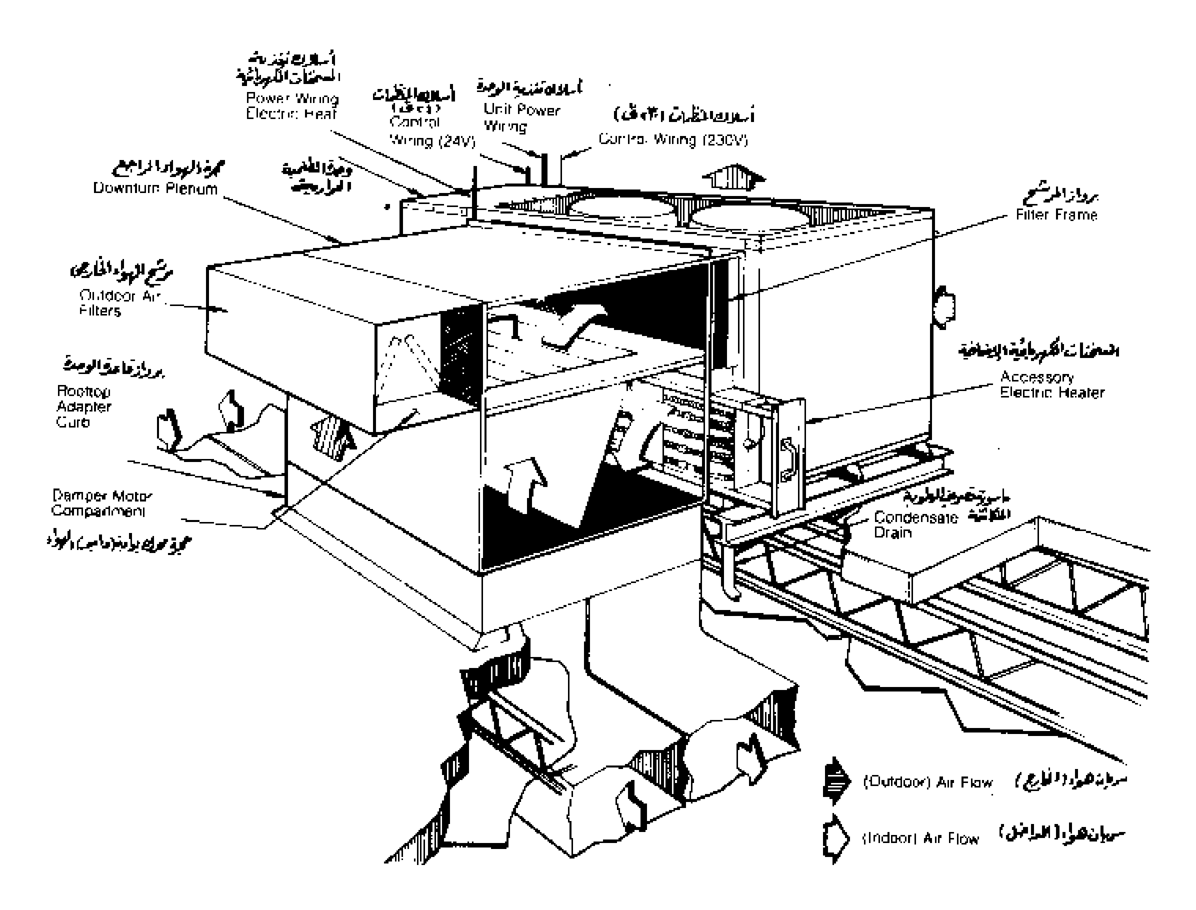


رسم رقم (٧-٨) دائرة مركب التبريد المبسطة لوحدة الطلمبة الحرارية التى تشتمل على مواسير شعرية وذلك أثناء عملها دورة التبريد.



رسم رقم (٧-٩) دائرة مركب التبريد المبسطة لوحدة الطلمبة الحرارية التى تشتمل على مواسير شعرية وذلك أثناء عملها دورة التدفئة.

بينما الرسم رقم (٧-٩) يبين هذه الدائرة أثناء عملها دورة التدفئة (Heating Cycle). هذا ويوجد طراز حديث من هذه الطلمبات الحرارية المجمعة داخل كابينة واحدة ذو تصميم خاص لتركيبه فوق أسطح مبانى المنشآت التجارية والصناعية والعملية (Rooftop Heat Pump Package) وذلك بالطريقة الموضحة بالرسم رقم (٧-١٠).



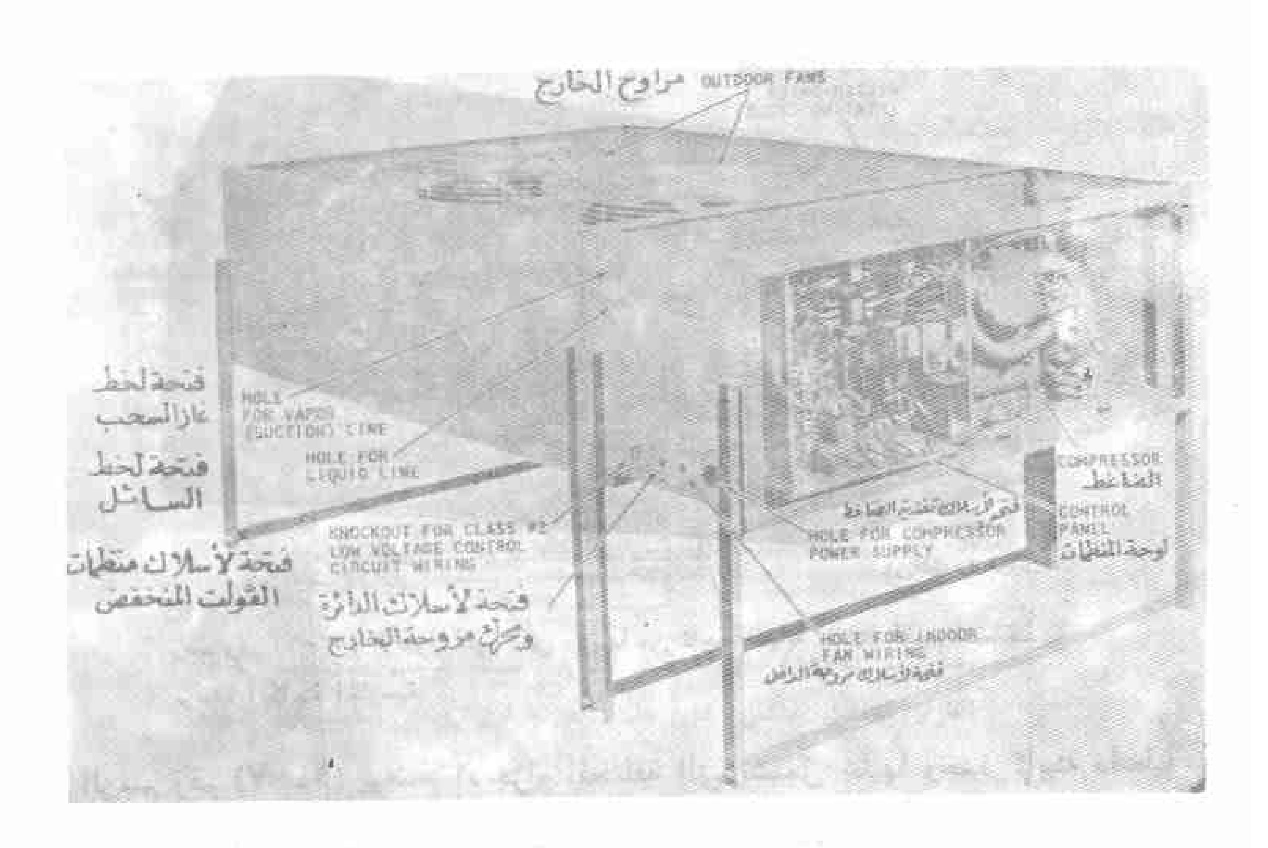
رسم رقم (٧-١٠) طريقة تركيب الطلمبة الحرارية المجمعة داخل كابينة واحدة فوق سطح المبنى.

الأجزاء التى تشتمل عليها الطلمبة الحرارية التى تكون أجزاؤها مركبة داخل كابنتين:

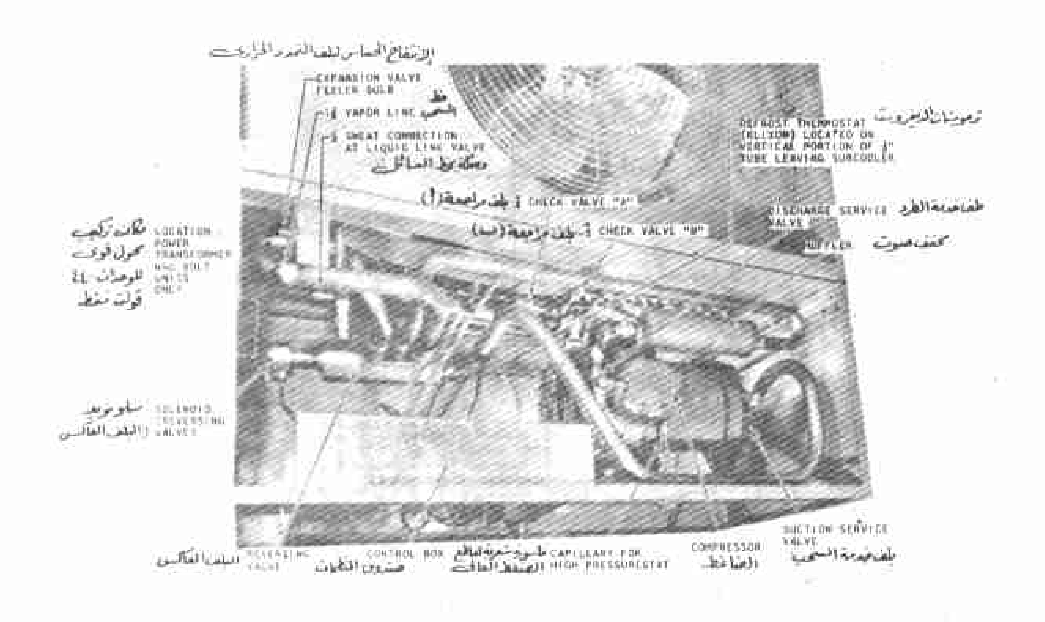
هذا النوع من الطلمبات الحرارية يعرف بالطراز المنفصل (**Split Type Heat Pump**) وهو يتركب من وحدة كابينة خارجية ووحدة كابينة داخلية يتم توصيل دائرة مركب التبريد الخاصة بها بواسطة مواسير مركب تبريد.

الرسم رقم (٧-١١) يبيّن الشكل الخارجى لوحدة الكابينة الخارجية (**Outdoor Unit**) لهذا الطراز من وحدات الطمليات الحرارية، وذلك بعد رفع غطائها الجانبى ليظهر كل من الضاغط ولوحة المفاتيح والمنظمات الكهربائية الخاصة بتشغيل هذه الوحدة.

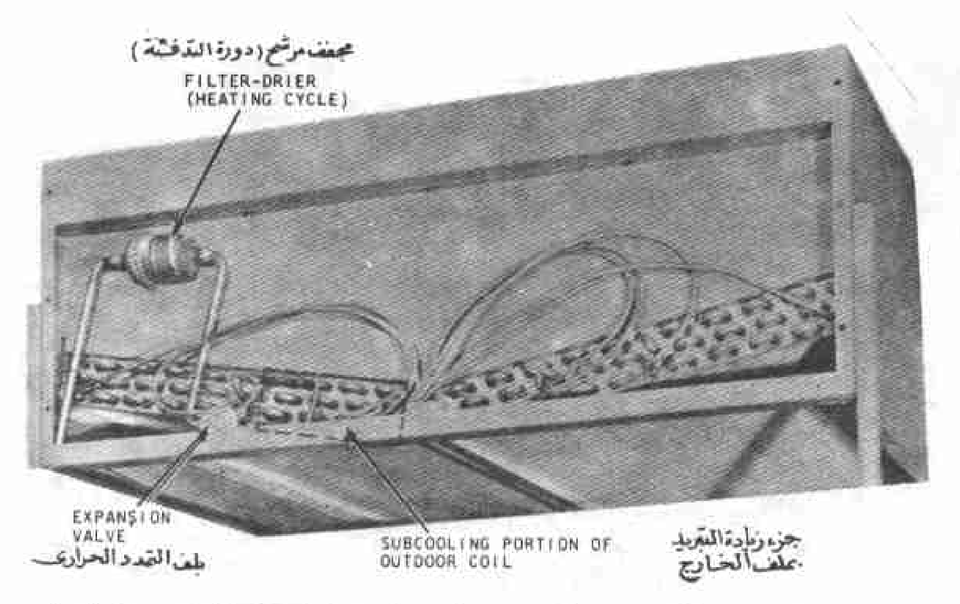
والرسم رقم (٧-١٢)يبين المنظر العلوى لقسم الضاغط حيث تظهر به الأجزاء المختلفة التى يحتويها هذا القسم، بينما الرسم رقم (٧-١٣) يظهر الأجزاء الأخرى التى يمكن رؤيتها من ناحية النهاية المقابلة لقسم الضاغط.



رسم رقم (٧-١١) الشكل الخارجى لوحدة الكابينة الخارجية للطلمبة الحرارية من الطراز المنفصل وذلك بعد رفع غطائها الجانبى لتظهر الأجزاء الموجودة بهذا الجانب.

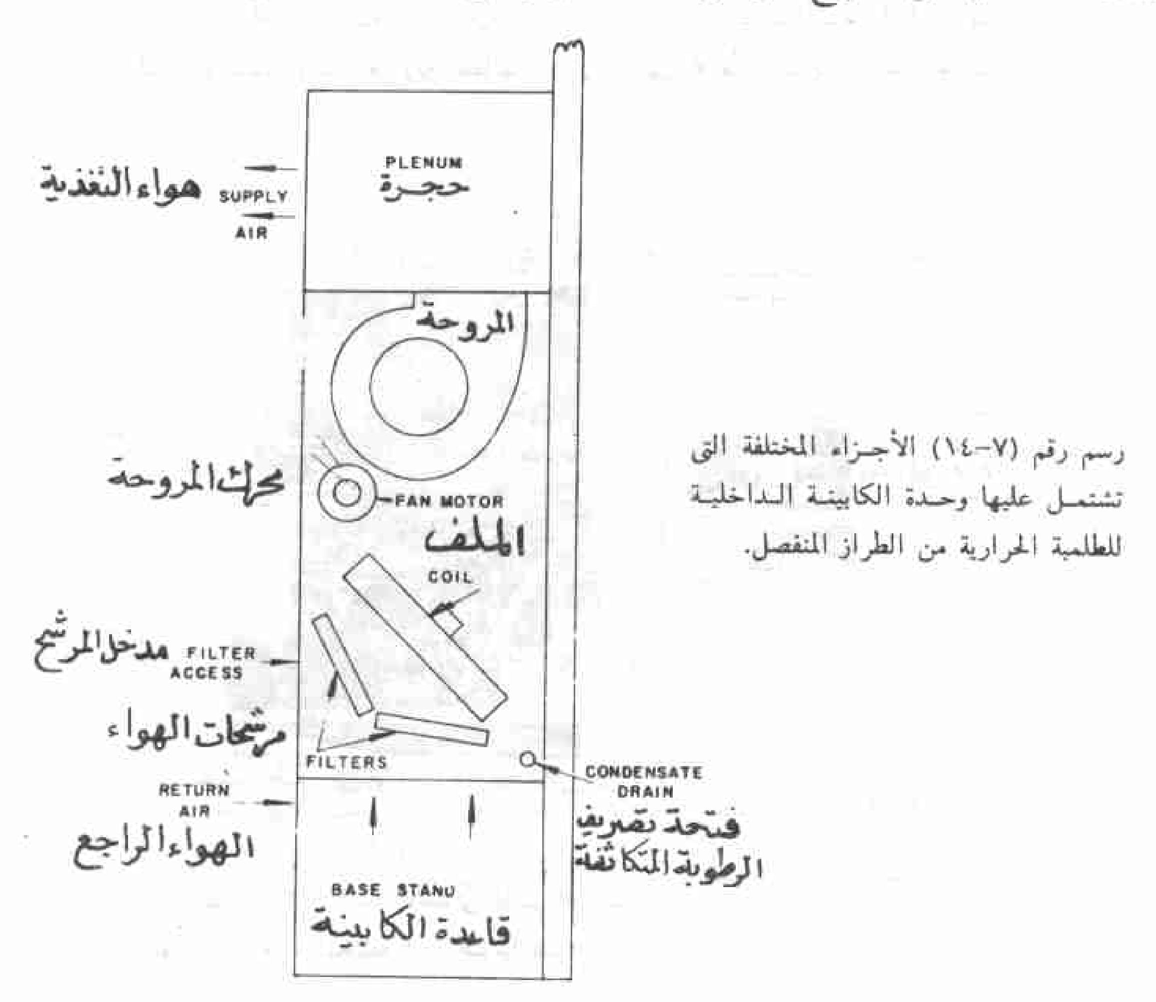


رسم رقم (٧-١٢) المنظر العلوى لقسم الضاغط الموجود بوحدة الكابينة الخـارجيه، تظهر به الأجزاء المختلفة التى يحتويها هذا القسم.

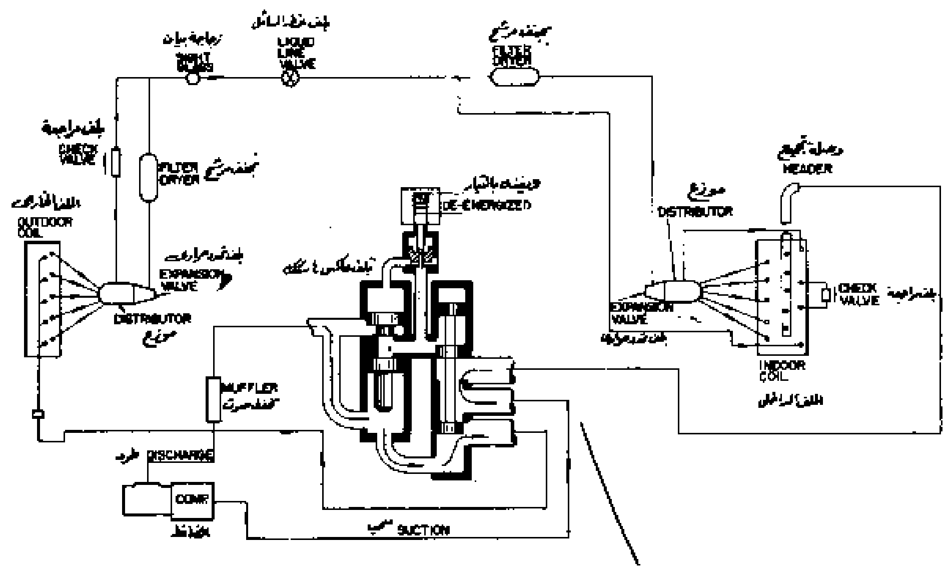


رسم رقم (٧-١٣) الأجزاء التى يمكن رؤيتها من ناحية النهاية المقابلة لقسم الضاغط بوحدة الكابينة الخارجية.

الرسم رقم (٧-١٤) يوضح الأجزاء المختلفة التى تشتمل عليها وحدة كابينة داخلية (Indoor Unit) من النوع الرأس لهذا الطراز من الطلمبات الحرارية.

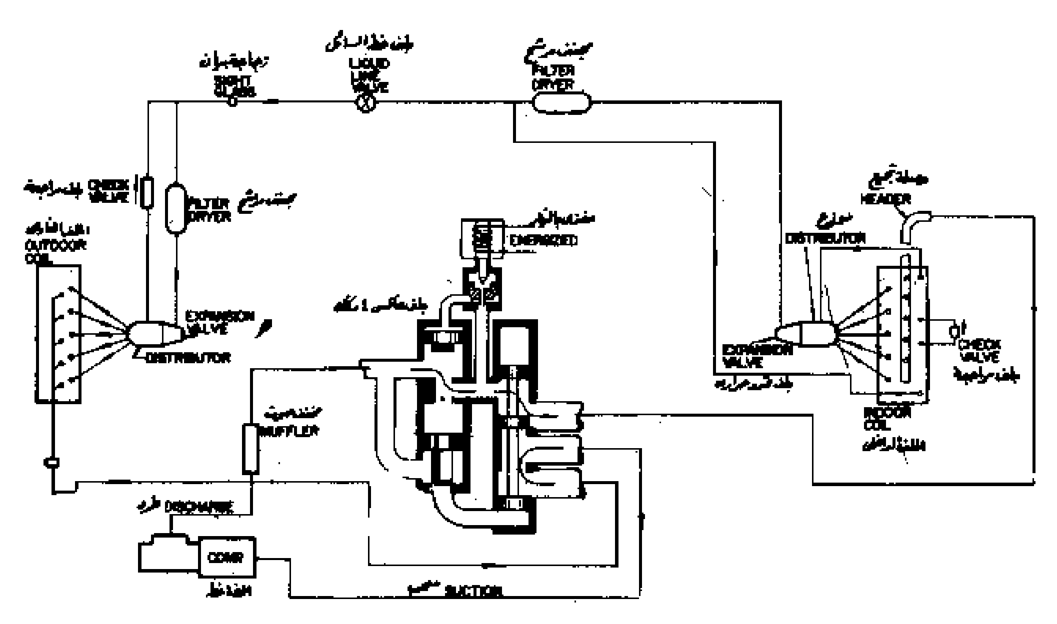


رسم رقم (٧-١٤) الأجزاء المختلفة التى تشتمل عليها وحدة الكابينة الداخلية للطلمبة الحرارية من الطراز المنفصل.



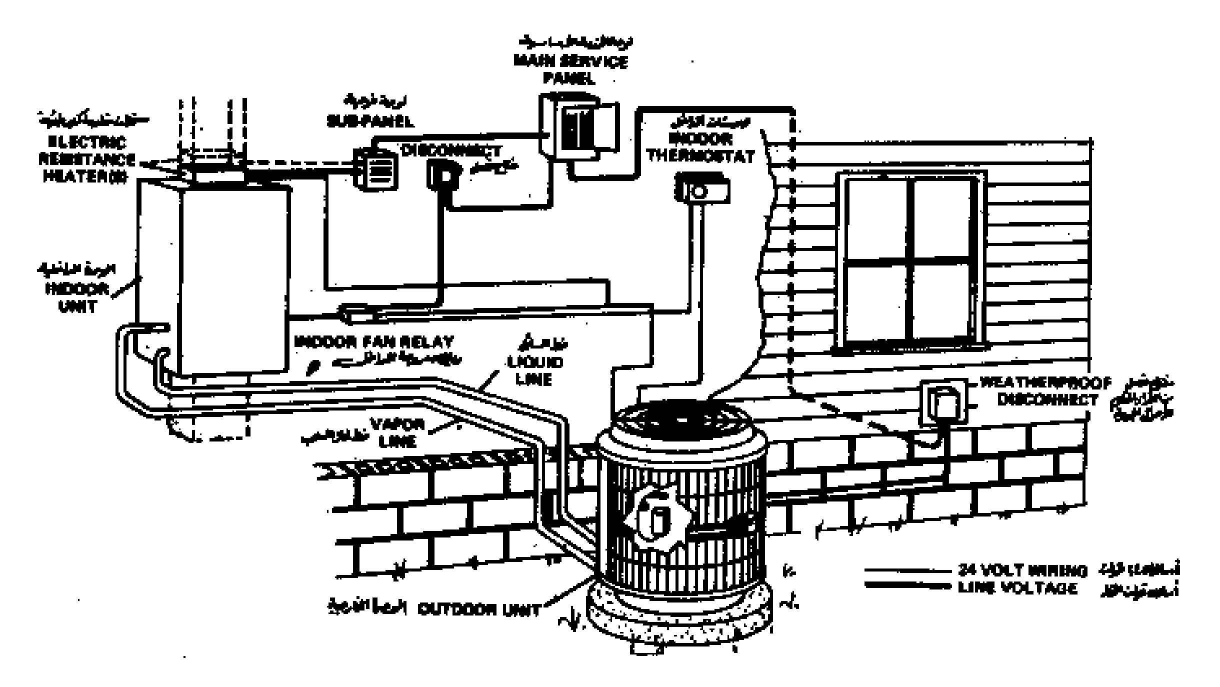
رسم رقم (٧-١٥) دائرة مركب التبريد المبسطة لوحدة طلمبة حرارية من الطراز المنفصل تشتمل على بلف تمدد حرارى وذلك أثناء دورة التبريد.

الرسم رقم (٧-١٥) يبيّن دائرة مركّب التبريد المبسّطة لوحدة طلمبة حرارية من الطراز المنفصل تشتمل على بلف تمدّد حرارى لتنظيم دخول كمية سائل مركّب التبريد بكل من الملّف الداخلى والملف الخارجى بهذه الطلمبة الحرارية أثناء عملها دورة التبريد (Cooling Cycle). بينما الرسم رقم (٧-١٦) يبين هذه الدائرة أثناء عملها دورة التدفئة (Heating Cycle).



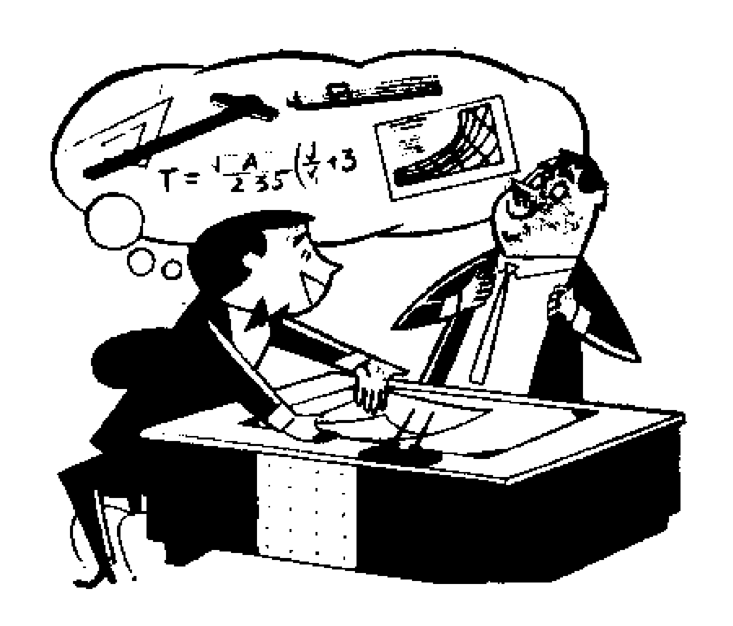
رسم رقم (٧-١٦) دائرة مركب التبريد المبسطة لوحدة طلمبة حرارية من الطراز المنفصل تشتمل على بلف تمدد حرارى وذلك أثناء دورة التدفئة.

هذا والرسم رقم (٧-١٧) يوضح طريقة نموذجية لتوصيلات كل من مواسير مركب التبريد والأجزاء الكهربائية المختلفة لطلمبة حرارية من الطراز المنفصل تشتمل على وحدة خارجية ووحدة داخلية.



رسم رقم (٧-١٧) طريقة نموذجية لتوصيلات كل من مواسير مركب التبريد والأجزاء الكهربائية المختلفة لطلمبة حرارية من الطراز المنفصل تشتمل على وحدة داخلية ووحدة خارجية.

الفصل الثامن



١ ـ حساب الحمل الحرارى الخاص بأماكن الإقامة المطلوب تكييف هوائها.

٢ ـ حساب الحمل الحرارى الخاص بالمحلات التجارية والمكاتب.

الفصل الثامن

١ - حساب الحمل الحرارى الخاص بأماكن الإقامة المطلوب تكييف هوائها

توجد عدّة طرق مختلفة لحساب الحمل الحرارى الخاص بأماكن الإقامة المطلوب تكييف هوائها، وسنشرح فى هذا الفصل من الكتاب أحد هذه الطرق التى تعتبر من أسهلها وأبسطها. هذا وتتدخّل عدة عوامل هامة عند حساب هذا الحمل. وأهم هذه العوامل هى نوع بناء المبنى، ونوعية استعمال المكان المطلوب تكييف هوائه وكذلك الأحوال الجوية المختلفة الخارجية والداخلية التى تُحدّد عند التصميم. وفيما يلى سنتكلم بالتفصيل أوّلاً عن هذه العوامل، وبعد ذلك سنشرح مصادر الحمل الحرارى وطريقة حسابه.

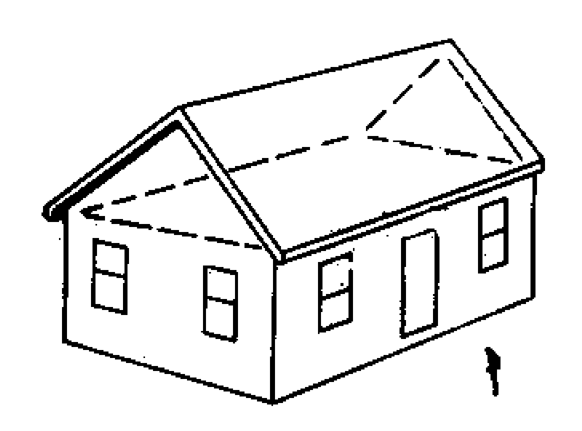
المبنى

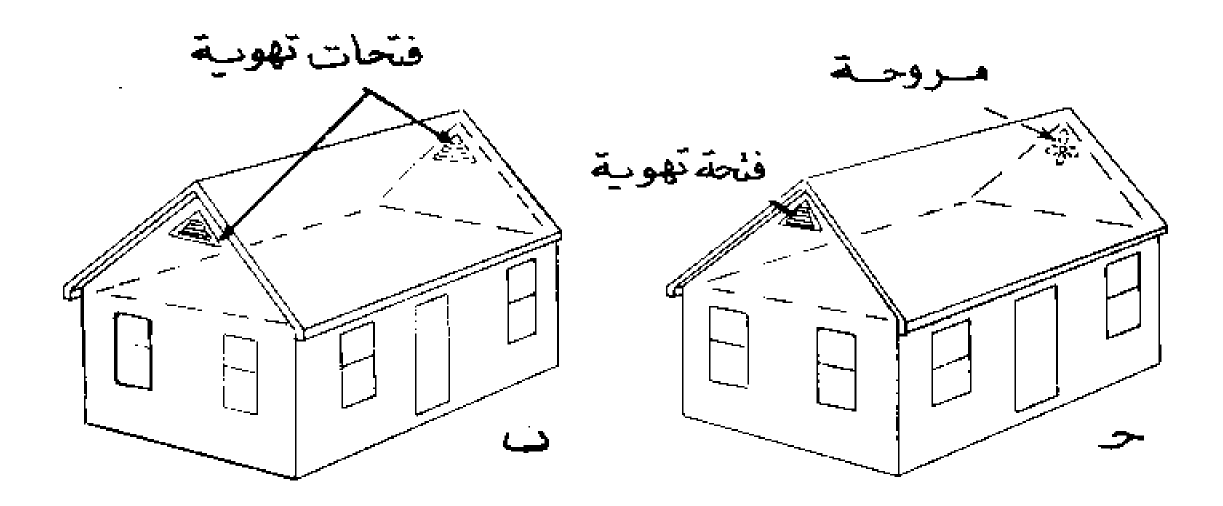
إن معظم مصادر الحمل الحرارى بالنسبة لأماكن الإقامة المطلوب تكييف هوائها خارجية وذلك بخلاف الأماكن التجارية والصناعية التى تكون معظم مصادر الحمل الحرارى بالنسبة لها داخلية. هذا وليس من الضرورى أن تكون السعة واحدة لجهازى تكييف الهواء اللذين يركّبان فى مكانين مختلفين مسطّح أرضيتها تقريباً واحد؛ إذ أنه تؤثر على الحمل الحرارى للمكان عوامل أخرى على حجمه سنذكرها فيما يلى:

١ - السقف الهرمى للمبنى (Attic):

توجد بعض المبانى لها سقف هرمى. وفى الأيام المشمسة الشديدة الحرارة فإن هذا السقف إذا لم يكن مجهّزاً بوسائل تهوية كافية فإنه يسبّب زيادة الحمل الحرارى للمكان الموجود أسفله؛ ولهذا يجب أن تعمل فتحات تهوية مناسبة بكل جانب من حوائط هذا السقف كما هو مبين بالرسم رقم (٨ - اب) لنسمح للهواء الساخن الموجود داخل الفراغ أسفل هذا السقف بالهروب إلى الخارج عن طريق هذه الفتحات.

هذا ويمكن تركيب مروحة شفط صغيرة فى أحد حوائط هذا السقف فى جانب منه وعمل فتحة تهوية بالجانب الآخر كما هو مبين بالرسم رقم (٨ - ١حـ)، وهذه الطريقة تعتبر الطريقة المثلى لتهوية الفراغ الموجود أسفل هذا الطراز من الأسقف.

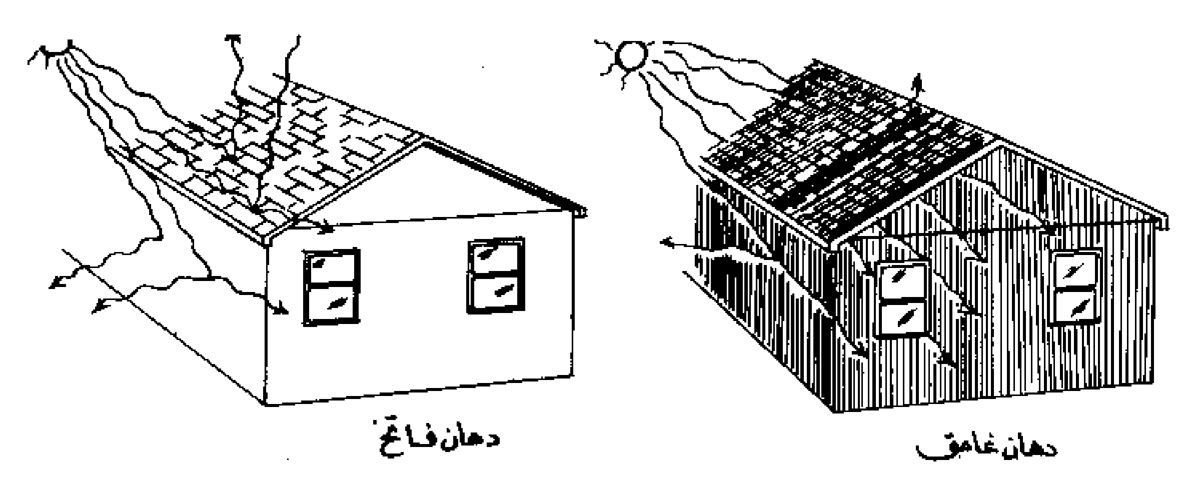




رسم رقم (٨-١) طرق تهوية السقف الهرمى للمبنى.

٢ - لون المبنى من الخارج:

من المعروف أن الألوان الفاتحة لا تمتص الحرارة بالدرجة التى تمتصها الألوان الغامقة. لهذا يستحسن دهان حوائط وأسقف المبنى المعّرضة مباشرة لأشعة الشمس بدهان فاتح بقدر الإمكان. فمثلاً الأسقف المدهونة بدهان فاتح تمّتص فقط ثلثى الحرارة التى تمتصها هذه الأسقف إذا دهنت بدهان غامق حيث يوضح الرسم رقم (٨ - ٢) ذلك.



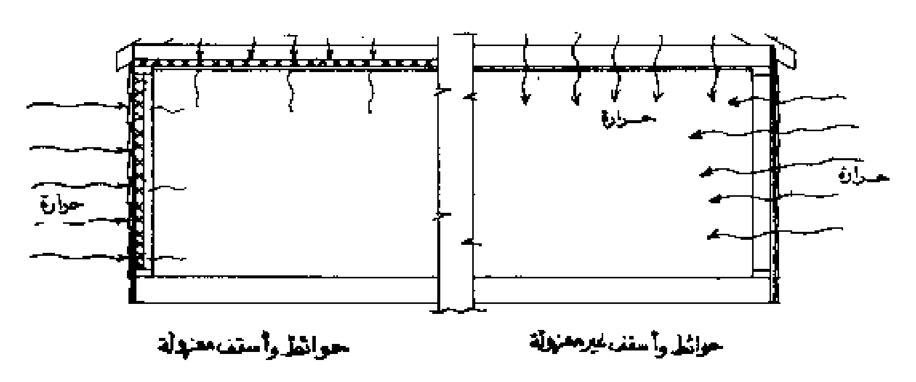
رسم رقم (٨-٢) الألوان الفاتحة لا تمتص الحرارة بالدرجة التي تمتصها الألوان الغامقة.

٣ - نوع البناء:

من الطبيعي أنه لا يمكن عمل شيء بالنسبة لنوع بناء المبنى المراد تكييف هوائه إذا كان قد تمّ بناؤه فعلاً، ولكن يمكن في كثير من الحالات عمل تحسينات في طريقة تركيب نوافذه وأبوابه بحيث تمنع بقدر الإمكان تسرّب الهواء الساخن (Infiltration) من الخارج إلى داخل المكان المكيّف، وبذلك نعمل على تخفيض مقدار الحمل الحراري للمكان.

٤ - عزل المكان:

إن عملية عزل المكان المراد تكييف هوائه لها أهمية كبيرة في تخفيض حمل التبريد لهذا المكان خلال فصل الصيف، وكذلك في عدم تسرّب الحرارة من داخل المكان إلى خارجه في فصل الشتاء. هذا وتركيب المواد العازلة المناسبة للحوائط والأسقف المعرضة مباشرة لأشعة الشمس. والرسم رقم (٨ - ٣) يوضح لنا فائدة عزل حوائط وأسقف المكان المراد تكييف هوائه في تخفيض حمل التبريد.



رسم رقم (٨-٣) أهمية عزل المكان المراد تكييف هواؤه في تخفيض حمل التبريد.

٥ - ظلال الأشجار والمبانى القريبة من المبنى:

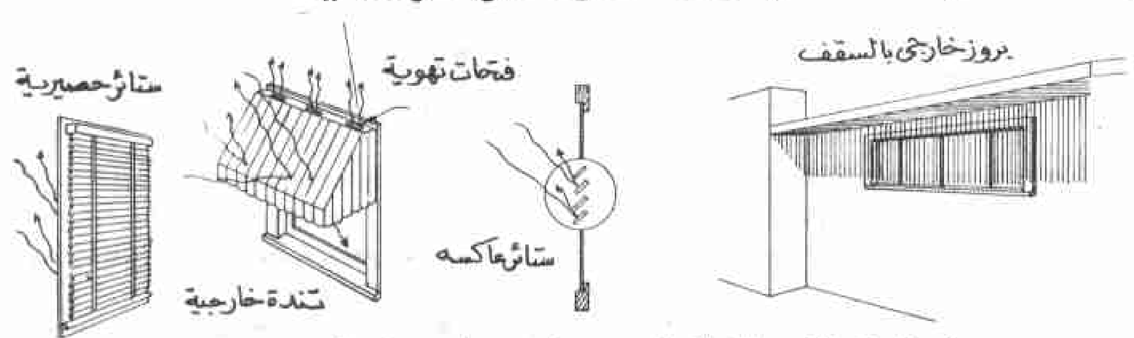
إذا وجدت بعض الأشجار أو المبانى العالية بالقرب من المبنى المراد تكييف هوائه بحيث تظلل نوافذ وحوائط وسقف هذا المبنى كما هو ظاهر بالرسم رقم (٨ - ٤)، فإن مقدار الحرارة التى تمتصّها هذه الأجزاء أو تنتقل خلالها بواسطة أشعة الشمس تقلّ تبعاً لذلك.



رسم رقم (٨-٤) تأثير الأشجار أو المبانى العالية فى تخفيض مقدار الحرارة التى تتخلل نوافذ وحوائط وسقف المبنى.

٦ - النوافذ ونوع الستائر التى تغطيها:

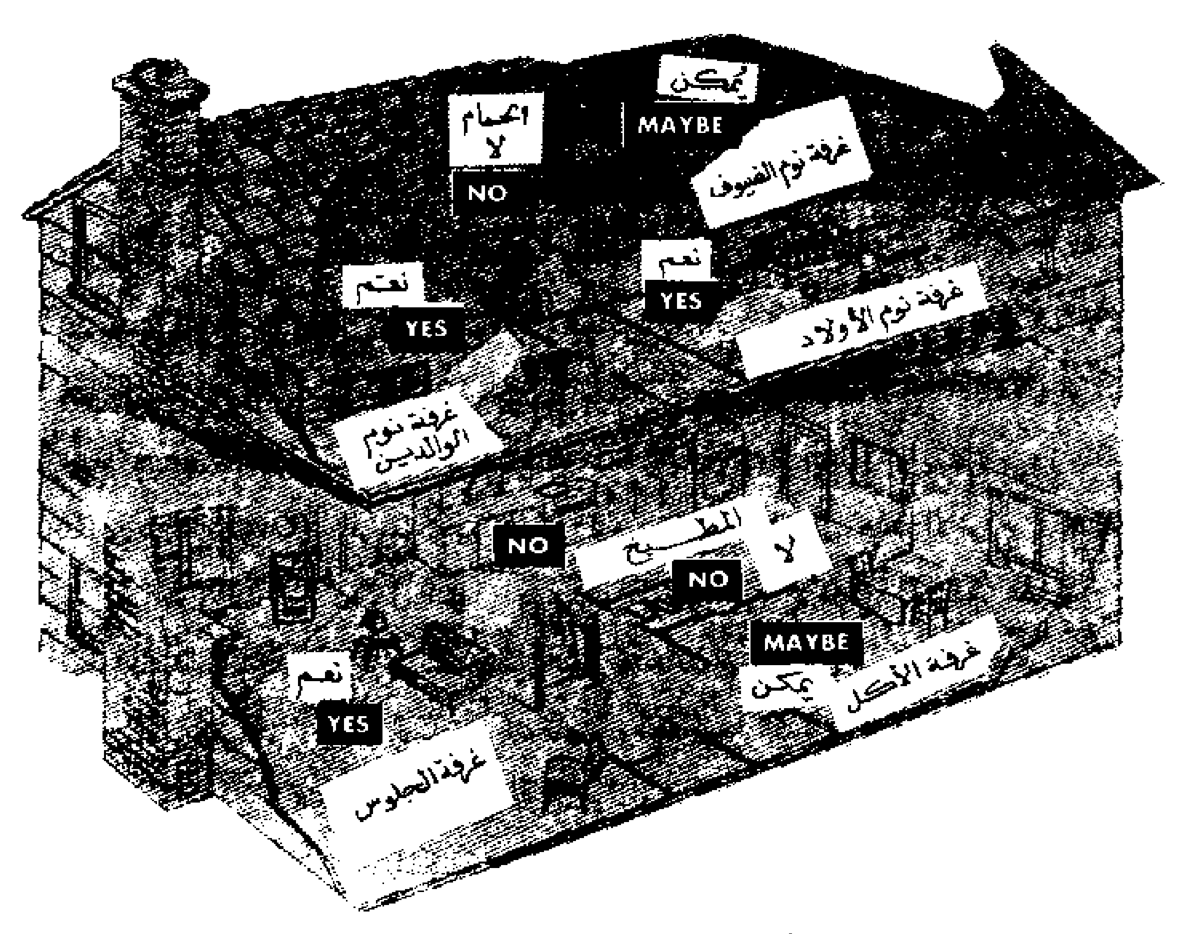
يستحسن بقدر الإمكان تغطية نوافذ الأماكن المراد تكييف هوائها والمعرّضة لأشعة الشمس المباشرة. وتستعمل لهذا الغرض إمّا ستائر حصيرية (Venetian Blinds) أو تندات خارجية (Awnings) أو ستائر عاكسة (Sun Reflecting Screens) أو يعمل بروز بالسقف (Overhanging Roof). الرسم رقم (٨ - ٥) يوضح استعمال هذه الأنواع المختلفة فى تغطية النوافذ وذلك لمنع دخول أشعة الشمس المباشرة إلى الأماكن المكيفة. هذا وفى حالة استعمال التندات الخارجية فإنه يستحسن عمل فتحات تهوية أعلاها كما هو ظاهر فى الرسم وذلك حتى لا يتراكم الهواء الساخن أسفلها. ويستحسن كذلك تركيب نوافذ من النوع الذى يشتمل على طبقتين من ألواح الزجاج الذى يكون بينهما فراغ (Double glazed Windows) فى هذه الأماكن المكيفة لخفض الحمل الحرارى بها.



رسم رقم (٨-٥) الطرق المختلفة التى تستعمل فى تغطية نوافذ الأماكن المراد تكييف هوائها والمعرضة لأشعة الشمس المباشرة.

نوعية استعمال المكان المطلوب تكييف هوائه

الرسم رقم (٨ - ٦) يبين مبنى نموذجيًا لمنزل عائلى حديث تظهر به الغرف المختلفة الموجودة بداخله. وكما سنرى فيما يلى أنه ليس من الضرورى تكييف هواء جميع غرف هذا المنزل، إذ أن ذلك يتوقف على نوعية استعمال كل غرفة منها. وفيما يلى سنوضّح مقدار أهمية تكييف هواء كل غرفة منها وذلك بالنسبة لنوعية استعمالها:



رسم رقم (٨-٦) الأماكن التى يلزم تكييف هوائها بمبنى عائلى نموذجى حديث.

غرف النوم:

هذه الغرف يجب تكييف هوائها إذ أنها تستعمل طول الليل ولا تأخذ مقداراً كبيراً من حمل التبريد الذى يعطيه جهاز التكييف، علاوة على الراحة الكبيرة التى يشعر بها الشخص النائم فى غرفة مكيفة الهواء. أما غرف نوم الضيوف مثلاً فلا يلزم تكييف هوائها إلاّ إذا كانت ستستعمل باستمرار.

غرف الجلوس:

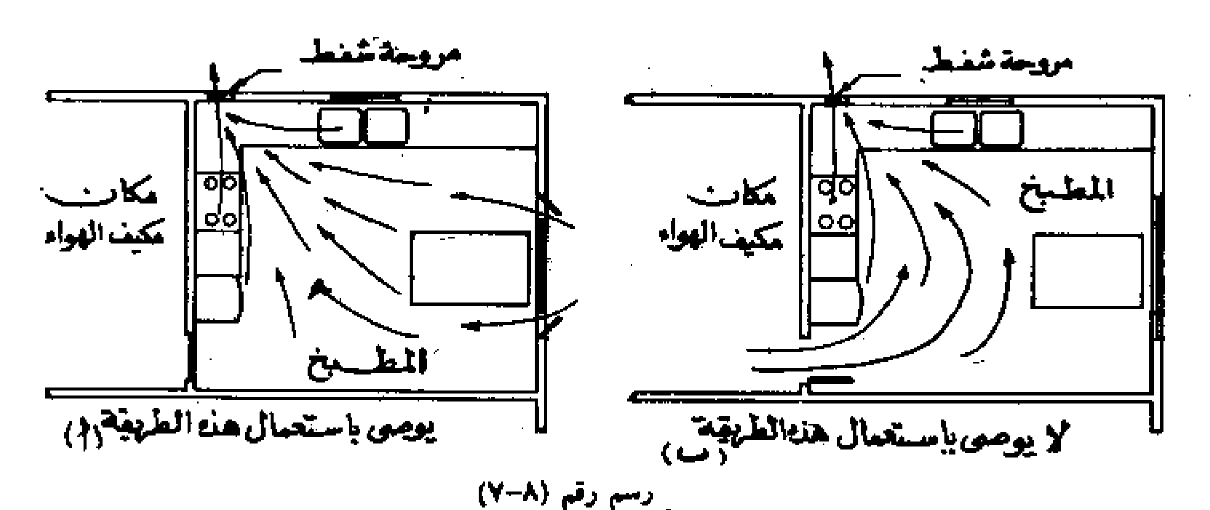
هذه الغرف تستعمل معظم الوقت وخصوصاً بعد إدخال أجهزة التليفزيون بها؛ ولهذا يلزم تكييف هوائها.

غرف الأكل:

نظرًا لأن معظم أفراد العائلة لا يقضون وقتاً كبيراً فى غرف تناول الطعام فإنه لا يكون من الضرورى تكييف هوائها إلّا إذا كانت تستهلك مقداراً صغيراً من حمل التبريد الذى يعطيه الجهاز.

المطابخ:

فى المطابخ الحديثة التى تشتمل على أفران لطهى الطعام كهربائية أو تعمل بالبوتاجاز، فإن هذه الأفران وحدها تولّد مقداراً من الحرارة تعادل كمية الحرارة التى يمتصّها جهاز تكييف هواء سعته ٣ طن تبريد. وطبعاً المطبخ الحديث يشتمل علاوة على الفرن الخاص بطهى الطعام على ثلاجة وغسالة للملابس كهربائية وأخرى لغسل الأطباق ومسخّن كهربائى للخبز. وكل هذه الأجهزة الكهربائية تولّد مقداراً كبيراً من الحرارة تستهلك مقداراً كبيراً جداً من حمل التبريد. لهذا لا يستحسن تكييف هواء هذه المطابخ، وكل ما يلزم تركيبه بها لتلطيف هوائها هو مروحة شفط بحيث تقوم بسحب الهواء من المطبخ عن طريق شباك مفتوح أو فتحة أو من مكان غير مكيّف كما هو موضح بالرسم رقم (٨ - ١٧).



رسم رقم (٨-٧)

(أ) الطريقة التى يوصى باستعمالها لتلطيف هواء المطبخ.

(ب) الطريقة التى لا يوصى باستعمالها لتلطيف هواء المطبخ.

إذ أنها لو سحبت الهواء من مكان مكيف كما هو موضح بالرسم رقم (٨ - ٧ب) فإنها تسبّب زيادة الحمل الواقع على جهاز التكييف بدون مبرر ويجب تحاشي إجراء ذلك.

غرف الحمام:

غرف الحمام تستعمل لفترات قصيرة وهي تعطي مقداراً كبيراً من الحرارة الكامنة ولهذا السبب فإنه غالباً لا يلزم تكييف هوائها

الأحوال الجوية التى تُحدّد عند التصميم

درجة الحرارة الخارجية:

عند حساب الحمل الحرارى للمكان المراد تكييف هوائه فإنه لا تؤخذ درجة الحرارة الخارجية القصوى التى سُجِّلت للجهة الموجود بها هذا المكان. إذ أننا إذا قمنا بحساب الحمل الحرارى على أساس هذه الدرجة، فإننا نحتاج إلى تركيب أجهزة تكييف هواء تكون قوّتها كبيرة وتكاليف تركيبها وشرائها باهظة، وكذلك لا يكون عملها منتظماً فى معظم الأحوال. ولهذا فإنه يؤخذ متوسّط درجات الحرارة القصوى التى تسجلها هيئة الأرصاد الجوية للمكان المراد تكييف هوائه، وكذلك يستحسن أيضاً فى نفس الوقت الاعتماد على التجارب الشخصية عند اختيار هذه الدرجة. وفى العادة يكون متوسط هذه الدرجات أقل من درجة الحرارة القصوى التى تكون قد سُجِّلت للجهة.

وفى العادة عندما ترتفع درجة حرارة الجو الخارجى إلى حدود الدرجات القصوى فإن هذه الحالة لا تستمر إلّا لفترات قصيرة. وفى نفس الوقت تعمل درجة الحرارة المنخفضة التى يحتفظ بها الأثاث والمفروشات الموجودة داخل المكان المكيّف على حفظ درجة حرارة المكان عند الدرجة المريحة حتى خلال الفترة التى ترتفع فيها درجة حرارة الجو الخارجى بدرجة أعلى من الدرجة التى يكون قد حُسب على أساسها حمل التبريد. وتعرف هذه العملية (بقوّة الحدافة المختزنة **Fly wheel Effect**).

ويلاحظ أنه إذا قمنا بتركيب جهاز تكييف هواء فى مكان بحيث كانت قوّة الجهاز أكبر من قوّة الجهاز المفروض تركيبه، فإن الأشخاص الذين سيتواجدون بهذا المكان لن يشعروا براحة تماثل الراحة التى يشعرون بها إذا كانت قوّة الجهاز المركّب أقل قليلاً من قوة الجهاز المفروض تركيبه. فإذا كانت قوة جهاز التبريد أكبر بكثير من الحمل الحرارى للمكان فإن الجهاز يقف خلال فترات متقاربة بعد أن يعمل على تخفيض درجة حرارة المكان إلى الدرجة المطلوبة. وأثناء فترات وقوفه فإن مقدار الرطوبة داخل المكان المكيّف ترتفع بسبب عدم قيام ملف التبريد بتكثيف الرطوبة الزائدة التى قد تكون موجودة بالهواء الذى يمر خلاله، ويتسبب عن ذلك عدم شعور الأشخاص الموجودين داخل المكان المكيّف بالراحة المطلوبة حتى ولو كانت درجة حرارته منخفضة. ويحدث عكس ذلك عندما تكون قوّة جهاز تكييف

الهواء أقلّ قليلاً من قوّة الجهاز المفروض تركيبه. إذ أنه فى هذه الحالة يستمر جهاز التبريد فى العمل أطول مدة ولذلك فإنه يقوم بحفظ درجة مناسبة مريحة من الرطوبة داخل المكان المكيّف خلال فترة عمله ويتسبب عن ذلك شعور معظم الأشخاص الموجودين داخل المكان المكيّف براحة تامّة حتى ولو ارتفعت درجة حرارته قليلاً عن الدرجة التى على أساسها قد تم حساب حمل التبريد، وذلك عندما ترتفع درجة حرارة الخارج بدرجة كبيرة.

وفيما يلى بيان بدرجات الحرارة الجافة والرطبة الخارجية التى على أساسها يوصى بعمل حساب حمل التبريد وذلك بالنسبة لبعض البلاد العربية.

الموقع	درجة الحرارة الجافة (ف°)	درجة الحرارة الرطبة (ف°)
جمهورية مصر العربية:		
القاهرة	١٠٠	٧٥
الإسكندرية	٩١	٧٨
طنطا	٩٥	٧٧
بورسعيد	٩٤	٧٨
الإسماعيلية	١٠٤	٧٢
المنيا	١٠٥	٧٥
سوهاج	١١٤	٧٤
الأقصر	١١٤	٨٠
أسوان	١٢٠	٨٠
المملكة العربية السعودية:		
الظهران	١١٠	٨٥
جدّة	١٠٣	٨٤
الرياض	١٠٨	٧٧
العراق:		
بغداد	١١١	٧٢
الموصل	١١٢	٧٢
الأردن		
عمان	٩٤	٦٩
لبنان		
بيروت	٩١	٧٧

الموقع	درجة الحرارة الجافة (ف°)	درجة الحرارة الرطبة (ف°)
ليبيا:		
بنى غازى	٩٤	٧٦
السودان:		
الخرطوم	١٠٤	٧٦
سوريا:		
دمشق	٩٨	٧١
عدن:		
عدن	١٠٠	٨٢
الجزائر:		
الجزائر	٩٢	٧٦

درجة الحرارة الداخلية:

إن درجات الحرارة ونسبة الرطوبة المئوية للهواء داخل الأماكن المكيفة الهواء التى يشعر عندها الشخص العادى بالراحة التامة كانت موضوع أبحاث مختلفة وكثيرة، وقد سبق أن تكلمنا عن هذا الموضوع بالتفصيل فى الفصل الأوّل من هذا الكتاب، وعلى العموم فإن معظم الأشخاص يفضّلون درجة حرارة تتراوح ما بين ٧٥°ف (٢٣,٩°م) و ٧٢°ف (٢٢,٢°م) ونسبة رطوبة تتراوح ما بين ٦٠,٥٥٪. هذا ويجب تنظيم نسبة الرطوبة المئوية داخل الأماكن المكيّفة الهواء. وعادة تتم هذه العملية بطريقة أو أتوماتيكية. ومن التجربة قد لوحظ أن حمل الحرارة الكامنة لأحد أماكن الإقامة العادية التى يقوم جهاز تكييف الهواء برفعها لحفظ نسبة رطوبة مناسبة داخل المكان المكيف تعادل حوالى ٣٠٪ من حمل الحرارة المحسوسة الكلية للمكان. ولهذا فإن أجهزة التبريد الخاصّة بأجهزة تكييف الهواء تصّمم لرفع كلٍّ من الحرارة المحسوسة والكامنة من هواء الأماكن المكيفة بهذه النسبة.

الفرق بين درجة الحرارة المستعمل لحساب الحمل الحرارى:

إن الفرق بين درجة الحرارة المستعمل لحساب الحمل الحرارى هو عادة الفرق بين درجة الحرارة المطلوبة داخل المكان المكيف والتى مقدارها يتراوح فى العادة ما بين ٧٥°ف و ٧٢°ف، وبين درجة حرارة الخارج التى على أساسها يُصمّم حساب الحمل الحرارى.

مصادر الحمل الحرارى وطريقة حسابه

إن الحرارة تدخل أماكن الإقامة من الخارج خلال فصل الصيف بطرق مختلفة. وتتولّد كذلك داخل هذه الأماكن بواسطة الأشخاص وأجهزة مختلفة؛ ولهذا يجب عند حساب حمل التبريد، حساب كلٍّ من كمية الحرارة التى تدخل إلى المكان من الخارج والتى تتولّد داخله وذلك لإمكان اختيار قوّة جهاز التكييف اللأزم لهذا المكان. أما الحساب حمل التدفئة خلال فصل الشتاء، فإنه تحسب فقط الحرارة التى تفقد من داخل المكان وتتسرب إلى خارجه. إذ أن كمية الحرارة التى تتولّد داخل المكان فى فصل الشتاء لا تضاف عند الحساب إلى مقدار الحرارة التى يعطيها جهاز التدفئة وتستعمل كمعامل أمن للحسابات فقط.

وفى عمليات تكييف الهواء الخاصة بأماكن الإقامة يكون حمل الحرارة الخارجية أهم بكثير من حمل الحرارة الداخلية، ولكن ليس معنى هذا أن الحمل الداخلى يمكن إهماله عند حساب حمل التبريد لهذه الأماكن. وعلى هذا الأساس فإن المعاملات وطريقة حساب حمل التبريد التى سنذكرها فيما يلى خاصة فقط بحساب حمل التبريد لأماكن الإقامة فقط، إذ إن الحمل الحرارى الداخلى فى الأماكن التجارية والصناعية يكون أهم بكثير من حمل الحارة الخارجية وذلك عند حساب حمل التبريد لهذه الأماكن. وفى الجزء الثانى من هذا الفصل من الكتاب سنشرح طريقة حساب حمل التبريد لهذه الأماكن.

وفيما يلى سنتكلم عن مصادر الحمل الحرارى الخاصة بأماكن الإقامة المراد تكييف هوائها. ومن الجدول رقم (١) يمكن معرفة المعاملات المختلفة اللازمة لحساب الحمل الحرارى الذى ينتج عن جميع هذه المصادر:

النوافذ - انتقال الحرارة بواسطة أشعة الشمس المباشرة:

إن الحرارة التى تدخل الغرفة عن طريق النوافذ المعرضة لأشعة الشمس المباشرة تعتبر من أهم مصادر الحمل الحرارى، وتتوقّف كمية هذه الحرارة على اتجاه هذه النوافذ ونوعها وحجمها ونوع الستائر المركّبة بها. هذا وكلنا نعرف أن الشمس تتحرك من جهة الشرق صباحاً وتتجّه ناحية الغرب بعد الظهر. وعلى هذا فإن الحمل الحرارى الذى ينتقل بواسطة أشعة الشمس داخل الغرف عن طريق النوافذ يتغيّر تبعًا لذلك. ففى الصباح تكون النوافذ المركبة فى الجهة الشرقية من المبنى هى المعرضة لأشعة الشمس المباشرة، بينما النوافذ المركبة

فى الجهة الغربية تكون معرّضة لأشعة الشمس المباشرة عند الظهر، وبعد الظهر تكون النوافذ المركبة فى الجهة الفربية هى المعرّضة لأشعة الشمس المباشرة. فإذا أضفنا الحمل الحرارى الذى ينتقل بواسطة أشعة الشمس المباشرة لجميع النوافذ المركبة فى جميع الأتجاهات من المبنى فإننا بذلك نحصل على مقدار حمل حرارى يكون كبيرًا جدًا ولا يمكن حدوثه فعلاً فى وقت واحد. وعلى هذا فإنه عند حساب هذا الحمل الحرارى، فإنه يؤخذ فقط الأتجاه الذى ينقل أكبر حمل حرارى بواسطة أشعة الشمس المباشرة.

هذا وفى بعض الحالات التى تكون فيها الغرف ذات الحمل الحرارى الكبير الذى ينتقل إليها بواسطة أشعة الشمس المباشرة لا تشتعمل فى الوقت الذى تكون فيه الشمس ساطعة، وذلك كما هو الحال بالنسبة لغرف النوم مثلاً المركب بها نوافذ فى الجهة الغربية أو الجنوبية منها، والتى ينتقل عن طريقها حمل حرارى كبير بواسطة أشعة الشمس، ونظرًا لأن هذه الغرف لا تحتاج إلى تكييف هوائها خلال فترة النهار فلهذا لا يحسب الحمل الحرارى الذى ينتقل بواسطة أشعة الشمس لجميع هذه الغرف. ويجب مراعاة مثل هذه الحالة بالنسبة لفترات استعمال باقى الغرف. وحيث إن الحمل الحرارى الذى ينتقل بواسطة أشعة الشمس إلى أماكن الإقامة يعتبر جزءاً هامًا بالنسبة للحمل الحرارى الكلّى الخاص بهذه الأماكن، فإنه يجب العمل على تخفيض هذا الحمل بقدر الإمكان وذلك باستخدام إحدى الوسائل السابق ذكرها.

النوافذ – انتقال الحرارة بالتوصيل:

بالإضافة إلى كمية الحرارة التى تنتقل خلال النوافذ بواسطة أشعة الشمس المباشرة فإنها تنتقل أيضًا خلال هذه النوافذ بواسطة التوصيل عن طريق الزجاج المركّب بها. وتتغيّر كمية الحرارة التى تنتقل بهذه الطريقة تبعًا لنوع النافذة وحجمها والفرق بين درجة حرارة الخارج والداخل. وهذا وتكون مقاومة النوافذ التى تشتمل على طبقتين من الواح الزجاج بينهما فراغ فى نقل الحرارة بواسطة التوصيل أكبر من مقاومة النوافذ التى تشتمل على طبقة واحدة من ألواح الزجاج، لهذا يستحسن بقدر الإمكان تركيب النوع عن هذه النوافذ التى تشتمل على طبقتين من ألواح الزجاج بينهما فراغ وذلك للغرف المطلوب تكييف هوائها وكما يوضح ذلك الرسم رقم (٨-٨).

تخفيض انتقال الحرارة ٪	معامل انتقال الحرارة U	
ـــــ	نافذة عادية ١,١٣	
٦٠	نافذة ضد العواصف ٠,٤٥	
٤٣	نافذة طبقتين من الزجاج بينهما فراغ ٠,٦٥	

رسم رقم (٨-٨) انتقال الحرارة بالتوصيل خلال أنواع مختلفة من النوافذ الزجاجية.

الحوائط المعرّضة للخارج:

تتوقف كمية الحرارة التى تتخلل الحوائط المعرضة للخارج على العوامل الآتية:

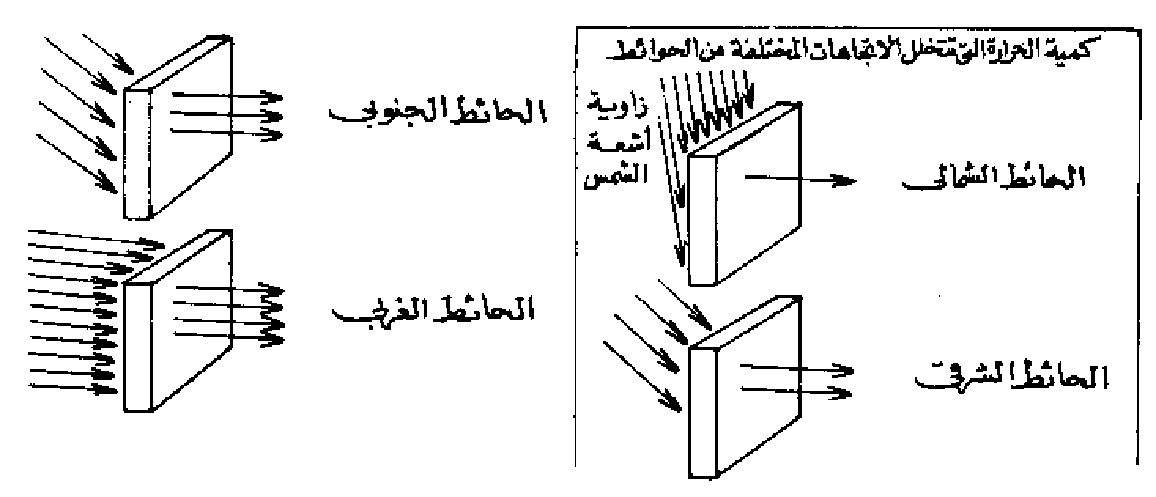
١ - الاتجاه الذى تواجهه هذه الحوائط حيث نجد أن أقل كمية من الحرارة تنتقل خلال المبنى تحدث بالناحية الشمالية نظرًا لأنه فى منتصف الكرة الشمالى نادرًا ما تصل أشعة الشمس إلى هذا الجانب.

الناحية الشرقيه تكون أكبر قليلاً من الأتجاه الشمالى نظرًا لأن أشعة الشمس تترك هذا الجانب من المبنى قبل أن ترتفع درجة الحرارة إلى أقصاها خلال اليوم.

الحوائط التى تواجه الناحية الجنوبية تتعرض لأشعة الشمس خلال الساعات المتأخرة من الصباح والمبكرة بعد الظهر وذلك عندما تكون الشمس أكثر سطوعًا (مباشرة بأكبر درجة فوق الرأس) وينتج عن ذلك زيادة فى كمية الحرارة التى تنتقل داخل الغرفة. إنّ أقصى انتقال حرارة إلى داخل الغرفة يحدث خلال الحوائط التى تواجه ناحية الغرب، إذ أنها تتعرّض لأشعة الشمس من بعد الظهر حتى وقت غروب الشمس.

هذا والرسم رقم (٨-٩) يوضح كمية الحرارة التى تتخلل الاتجاهات المختلفة من حوائط المبنى.

٢ - نوعية بناء الحائط، حيث يعتبر نوع المادّة التى تستخدم فى بناء هذه الحوائط والمادة العازلة (إذا كانت قد استعملت) عاملاً هامًّا يؤثّر على كمية الحرارة التى تنتقل إلى داخل الغرفة. فنجد أن الحوائط المبنيـة بقوالب القـرميد أو الأحجـار نظرا لكلتيهـا والحرارة

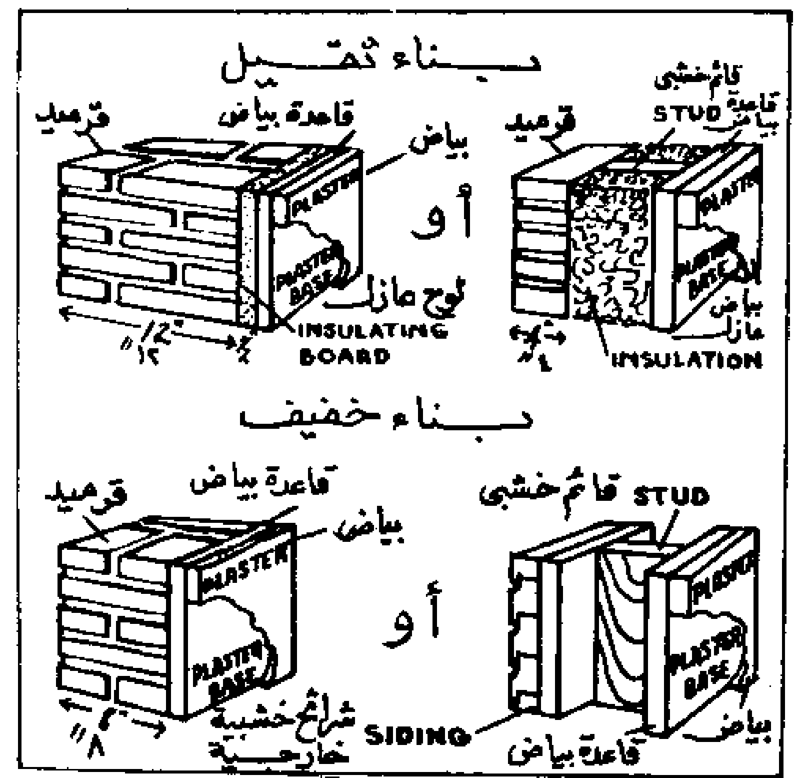


رسم رقم (٨-٩) كمية الحرارة التى تتخلل الإتجاهات المختلفة من حوائط المبنى.

النوعية) تؤخّر انتقال الحرارة وتعمل على تخفيض تأثير أقصى حمل حرارى من الشمس. وتعتبر هذه الحوائط ذات بناء ثقيل (Heavy Construction).

والحوائط ذات السمك الرفيع والتى تواجه الناحية الغربية تنتقل خلالها كمية كبيرة من حرارة الشمس بسرعة إلى داخل الغرفة، وبذلك .يلقى أقصى حمل حرارى على جهاز تكييف الهواء. وتعتبر هذه الحوائط ذات بناء خفيف (Light Construction).

الرسم رقم (٨-١٠) يوضح لنا نماذج من أنواع الحوائط ذات البناء الثقيل وأخرى ذات البناء الخفيف.



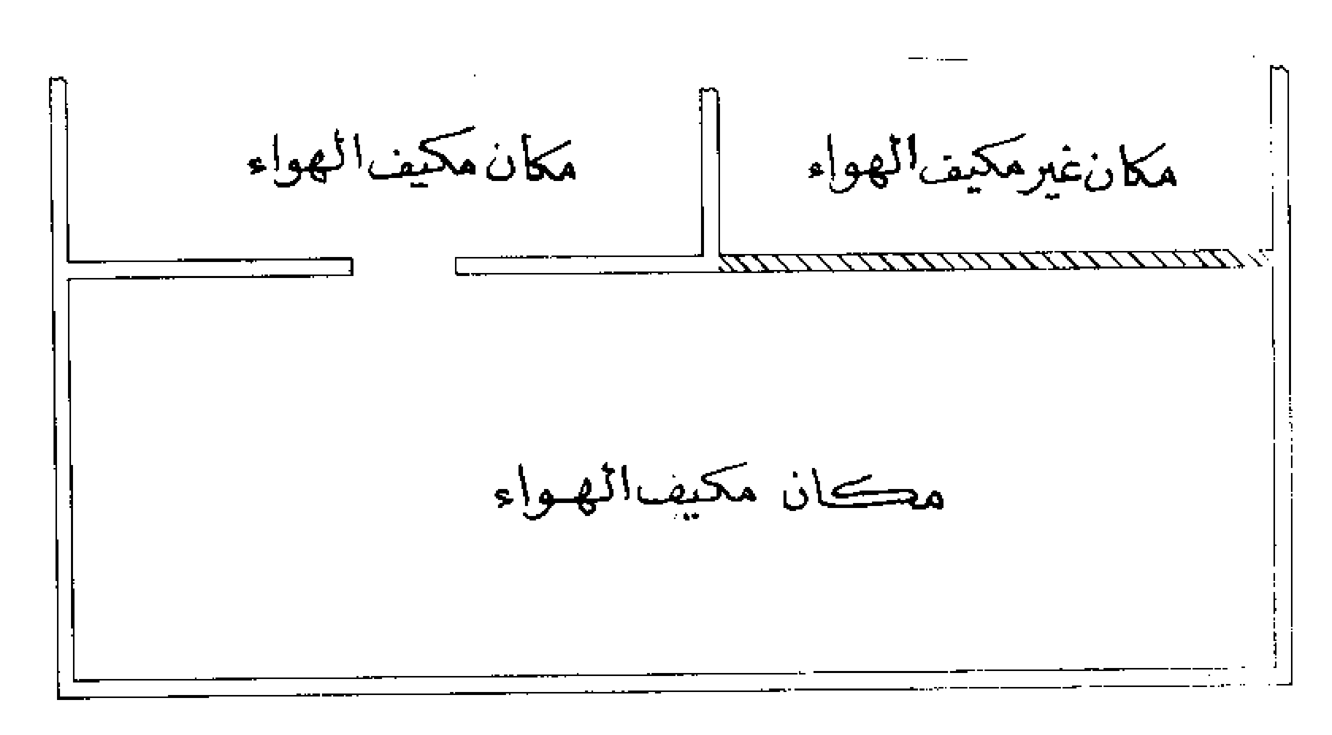
رسم رقم (٨-١٠) نماذج من أنواع الحوائط ذات البناء الثقيل وأخرى ذات البناء الخفيف.

الأبواب:

تنتقل الحرارة خلال الأبواب الخارجية بنفس الطريقة التى تنتقل بها خلال الحوائط المعرضة للخارج. ولحساب حجم الباب، تطرح مساحة الزجاج المركب به (إن وجد) من مساحة الباب الكلية.

قطاعات الحوائط الداخلية (Partitons):

إذا كان القطاع يقع بين مكانين مكيف هواؤهما، فإنه من الطبيعى أن الحرارة لا تنتقل بينهما، ولكن إذا كان هذا القطاع يقع بين مكان غير مكيف الهواء ومكان آخر مكيف، فإنه يجب فى هذه الحالة حساب الحمل الحرارى الذى ينتقل إلى المكان المكيّف خلال هذا القطاع. وإذا كان مثلاً جزء من هذا القطاع يقع بين مكان غير مكيّف الهواء والجزء الآخر يقع بين مكانين مكيّف هواؤهما كما هو ظاهر بالرسم رقم (٨-١١)، فإنه فى مثل هذه الحالة يجب حساب الحمل الحرارى الذى ينتقل فقط خلال الجزء من القطاع الذى يقع بين المكان غير المكيّف والمكان المكيف الهواء. ونظرًا لأن القطاعات الداخلية لا تكون معرضة لأشعة الشمس المباشرة فإن لون دهانها ليس له أهمية بالنسبة لكمية الحرارة التى تنتقل خلالها.



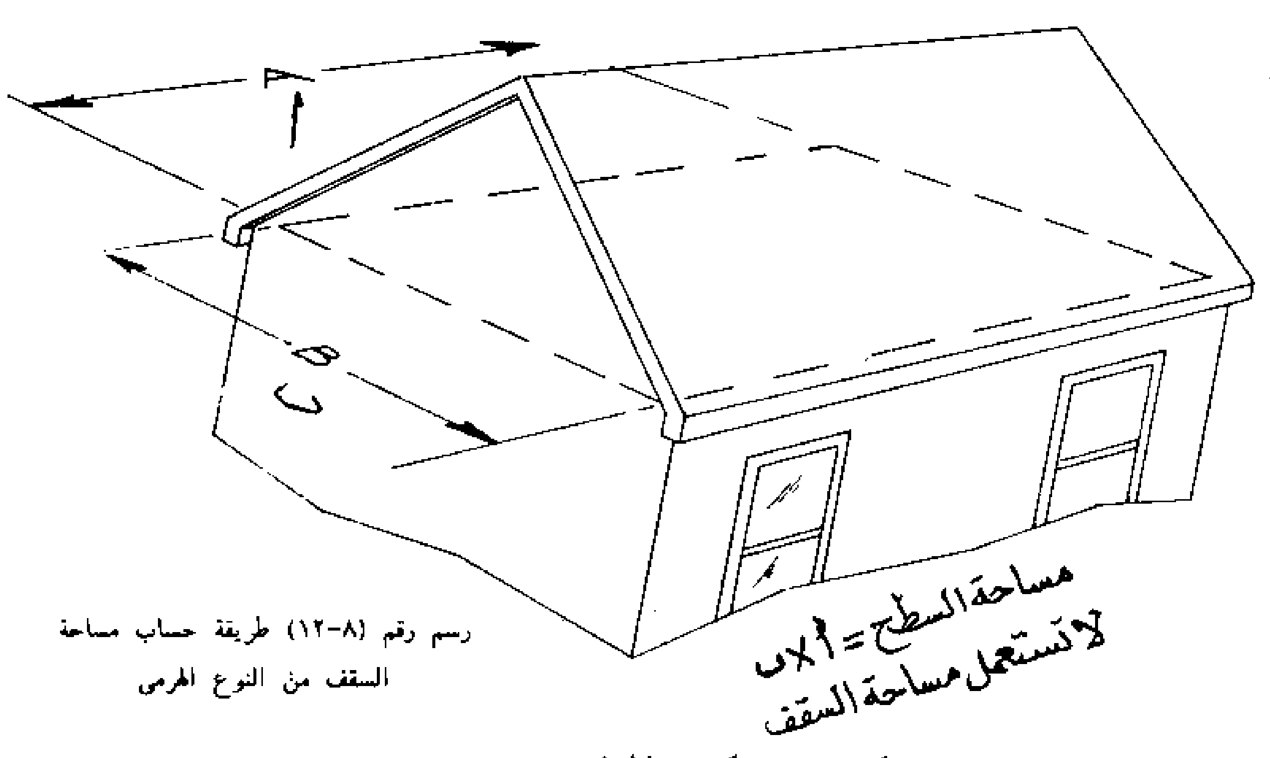
رسم رقم (٨-١١) جزء من القطاع يقع بين مكان مكيف هواؤه والجزء الآخر يقع بين مكانين مكيف هوائها.

ولحساب مساحة القطاع تحسب فقط المساحة الواقعة بين المكان المطلوب تكييف هوائه والمكان غير المكيّف، ويؤخذ كذلك الفرق بين درجة حرارة هذين المكانين عند حساب الحمل الحرارى.

السقف المعرّض للخارج أو الذى فوقه سقف آخر على شكل هرمى:

يمكن اعتبار هذا السقف كالحوائط الخارجية عند حساب كمية الحرارة التى تنتقل خلاله إلّا إذا كانت توجد وسائل تهوية للحيز الموجود بين السقف الأفقى والسقف الآخر ذى الشكل الهرمى. ومن الجدول رقم (١) يمكن معرفة المعاملات التى تستعمل عند حساب الحمل الحرارى للأسقف التى تشتمل على وسائل تهوية والتى لا تشتمل عليها.

ولحساب مساحة السقف من النوع الهرمى، تحسب فقط مساحة السقف الأفقى الموجود أسفله كما هو موضح بالرسم رقم (٨-١٢)



رسم رقم (٨-١٢) طريقة حساب مساحة السقف من النوع الهرمى

السقف الموجود تحت مكان غير مكيف الهواء:

الملاحظات والخطوات المستعملة فى حساب الحمل الحرارى لقطاعات الحوائط الداخلية تستعمل عند حساب الحمل الحرارى الذى ينتقل خلال سقف موجود تحت مكان غير مكيّف الهواء.

الأرضيات:

إذا كانت أرضية المبنى المطلوب تكييف هوائه فوق بدروم مقفول أو مكان مكيف الهواء فإنه لا يعمل حساب لكمية الحرارة التى تنتقل بينها. أما إذا كانت الأرضية واقعة فوق بدروم مفتوح أو مكان غير مكيف، فإنه يجب فى هذه الحالة حساب كمية الحرارة التى تنتقل بينها والتى يتوقف مقدارها على نوعية بناء الأرضية ومساحتها والفرق بين درجة حرارة المكان الموجود فوقها والموجود أسفلها.

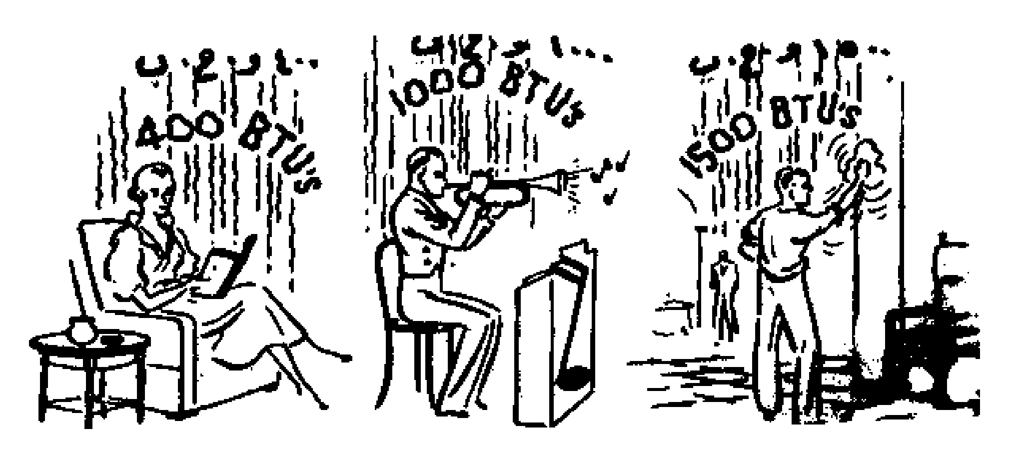
الهواء الخارجى:

يحدث بجميع أماكن الإقامة تسرّب للهواء من خارج المبنى إلى داخله ومن داخله إلى الخارج عن طريق النوافذ والأبواب الموجودة بالمبنى. وكلما كانت هذه الأبواب والنوافذ محكمة الغلق، فإن مقدار هذا التسرّب يكون قليلاً. وعلى العموم فإنه يجب حساب الحمل الحرارى الذى ينتج عن هذا التسرب (Infiltration). ونظرًا لصعوبة تحديد كمية هذا التسرب فإن الحرارة المحسوسة التى تفقد عن طريقه تحسب على أساس مساحة أرضية المكان المراد تكييف هوائه بالقدم المربع والفرق بين درجة حرارة الداخل والخارج.

وعادة لا يلزم لأماكن الإقامة المكيفة الهواء عملية تهوية منتظمة إذ أنه يكتفى بالهواء الخارجى الذى يتسرب من خارج المبنى إلى داخله عن طريق النوافذ والأبواب.

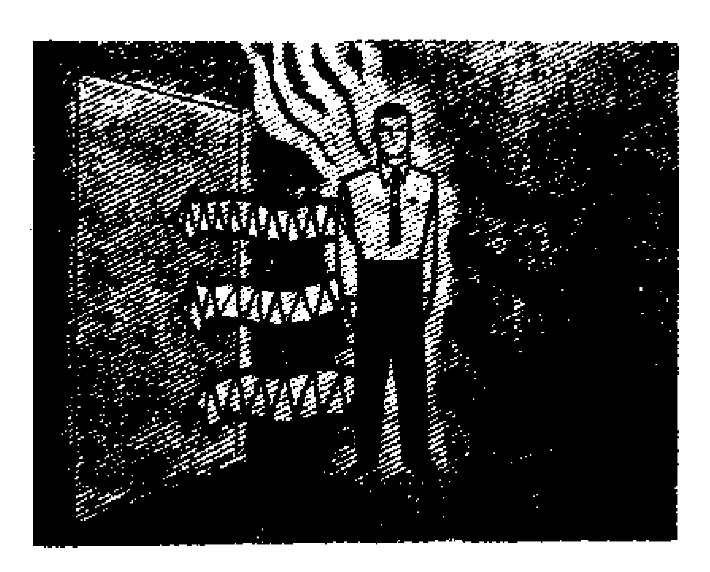
الأشخاص:

كما سبق أن ذكرنا فى الفصل الأوّل من هذا الكتاب أن كمية الحرارة التى يعطيها جسم الإنسان للهواء المحيط به تتوقف على درجة نشاطه. فمثلاً الشخص الجالس فى وضع مريح يعطى كمية من الحرارة أقل من الشخص الذى يقوم بأداء عمل شاق كما يوضح ذلك الرسم رقم (٨-١٣). وهذه الحرارة التى يعطيها جسم الإنسان للهواء المحيط به تكون حرارة محسوسة وكامنة كما يوضح ذلك الرسم رقم (٨-١٤). وبالنسبة لأماكن الإقامة المطلوب تكييف هوائها تحسب الحرارة المحسوسة بها على أساس ٢٥٠ و.ح.ب لكل شخص موجود بها. أما الحرارة الكامنة فسنتكلم عنها فيما بعد. وعمومًا عند حساب حمل التبريد يعمل حساب عدد الأشخاص الذين فى العادة يشغلون المكان المطلوب تكييف هوائه، ولو



رسم رقم (٨-١٣) كمية الحرارة التى يعطيها جسم الإنسان عندما يكون جالسا فى وضع مريح، وعند ما يقوم بنشاطات مختلفة.

أنه أحيانًا يكون من الصعب معرفة عدد الأشخاص بالضبط الذين قد يزيدون عن هذا العدد والذين قد يحضرون للزيارة أو حضور بعض الحفلات من وقت لآخر والذين لم يعمل حسابهم عند حساب حمل التبريد. لهذا يستحسن عمل طريقة بوابات (دامپر) خاصة يمكن عن طريقها تحويل الهواء المكيّف من بعض الغرف التى لا يوجد بها أشخاص فى أوقات هذه الزيارات أو الحفلات إلى الغرف الأخرى التى يتواجدون بها.



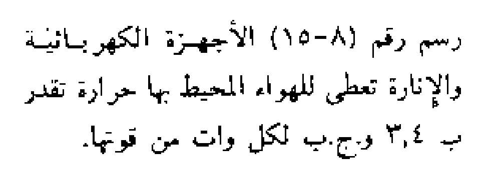
رسم رقم (٨-١٤) الحرارة المحسوسة والكامنة التى يعطها جسم الإنسان للهواء المحيط به.

الأجهزة الكهربائية:

الأجهزة الكهربائية والإنارة تعطى للهواء المحيط بها حرارة تقدر بـ ٣,٤ و.ح.ب لكل

وات من قوّتها كما يوضح ذلك الرسم رقم (٨-١٥). فمثلاً اللمبة الكهربائية التى قوتها ١٠٠ وات تعطى حرارة قدرها ٣٤٠ و.ح.ب أثناء إضاءتها هذا ولا يجب حساب الحمل الحرارى لهذه الأجهزة أو للإنارة إلاّ إذا كانت تستعمل فى الفترة التى يكون فيها الحمل الحرارى للمكان يبلغ أقصاه.




رسم رقم (٨-١٥) الأجهزة الكهربائية والإنارة تعطى للهواء المحيط بها حرارة تقدر بـ ٣,٤ و.ح.ب لكل وات من قوتها.

نسبة الحرارة الكامنة:

بعض مصادر الحمل الحرارى السابق ذكرها تشتمل على كمية حرارة محسوسة وأخرى كامنة. فإذا كان من الضرورى حفظ نسبة الرطوبة داخل المكان المطلوب تكييف هوائه عند المستوى المريح، فإنه يجب فى هذه الحالة رفع هذه الحرارة الكامنة من هواء المكان وذلك بالعمل على تكثيف الرطوبة الزائدة الموجودة به بواسطة ملفّ تبريد جهاز تكييف الهواء. هذا ولقد وجد بالتجربة أن كمية هذه الحرارة فى أماكن الإقامة تعادل حوالى ٣٠٪ من كمية الحرارة الكلية المحسوسة الموجودة بالمكان.

الحرارة الكلية:

إن الحرارة الكلية التى يجب رفعها من المكان المطلوب تكيف هوائه بواسطة جهاز تكييف الهواء تعادل مجموع الحرارة التى تعطيها المصادر المختلفة السابق ذكرها، والتى يجب أن تساوى الوحدات الحرارية البريطانية (و.ح.ب/ ساعة) التى يمكن أن ترفعها أجهزة تبريد جهاز تكييف الهواء.

جدول رقم (١) - المعاملات
التى تستعمل لحساب حمل التبريد الخاص بأماكن الإقامة

البند رقم	المعامل							
١ - النوافذ - المعرضة لأشعة الشمس المباشرة:	غير مركب بها ستائر		مجهزة بستائر داخلية أو ستائر حصيرية		مجهزة بتندة خارجية		مجهزة بستائر عاكسة	
يحسب الحمل الحرارى لجميع النوافذ الموجودة فى جميع الاتجاهات، ولكن يؤخذ فقط الاتجاه ذو الحمل الأكبر منها.	تشتمل على طبقة واحدة من الزجاج	تشتمل على طبقتين من الزجاج	تشتمل على طبقة واحدة من الزجاج	تشتمل على طبقتين من الزجاج	تشتمل على طبقة واحدة من الزجاج	تشتمل على طبقتين من الزجاج	تشتمل على طبقة واحدة من الزجاج	تشتمل على طبقتين من الزجاج
(أ) الاتجاه الشمالى الشرقى.	٣٥	٣٠	١٥	١٣	١٠	٩	صفر	صفر
(ب) الاتجاه الشرقى.	٧٠	٦٠	٣٠	٢٦	٢٠	١٧	١٠	٩
(جـ) الاتجاه الجنوبى الشرقى.	٩٥	٨١	٤٥	٣٨	٢٥	٢١	١٠	٩
(د) الاتجاه الجنوبى.	١١٠	٩٤	٥٠	٤٣	٣٠	٢٦	١٠	٩
(هـ) الاتجاه الجنوبى الغربى.	١٣٥	١١٥	٦٠	٥١	٤٠	٢٤	١٥	١٣
(و) الاتجاه الغربى.	١٧٠	١٤٥	٧٥	٦٤	٥٠	٤٣	٢٠	١٧
(ر) الاتجاه الشمالى الغربى.	١٤٠	١١٩	٦٥	٥٥	٤٥	٣٨	١٥	١٣

الفرق بين درجة الحرارة الداخلية والخارجية (الجافة) التى يعمل على أساسها حمل التبريد (ف°)

		°١٠	°١٢	°١٤	°١٥	°١٦	°١٨	°٢٠	°٢٢	°٢٤	°٢٥
٢ – النوافذ – انتقال الحرارة بالتوصيل:											
(أ) تشتمل على طبقة واحدة من الزجاج.		١١	١٤	١٦	١٧	١٨	٢٠	٢٣	٢٥	٢٧	٢٨
(ب) تشتمل على طبقتين من الزجاج بينهما فراغ.		٥	٦	٧	٨	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٢
٣ – الابواب:		٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
٤ – الحوائط – المعرضة للخارج:											
(أ) حوائط خشبية غير معزولة	لون فاتح (ف)	٣,٤	٣,٩	٤,٤	٤,٧	٤,٩	٥,٤	٥,٩	٦,٤	٦,٩	٧,٢
	لون غامق (غ)	٤,٧	٥,٢	٥,٧	٥,٩	٦,٢	٦,٧	٧,٤	٧,٧	٨,٢	٨,٥
(ب) حوائط خشبية معزولة	ف	٢,٦	٣	٣,٤	٣,٦	٣,٧	٤,١	٤,٥	٤,٩	٥,٢	٥,٤
بطبقة عازلة ١ بوصة	غ	٣,٦	٤	٤,٤	٤,٦	٤,٧	٥,١	٥,٥	٥,٩	٦,٢	٦,٤
(جـ) حوائط خشبية معزولة	ف	١,٤	١,٦	١,٨	٢	٢,١	٢,٣	٢,٥	٢,٧	٢,٩	٣
بطبقة عازلة ٢ بوصة أو أكثر.	غ	٢	٢,٢	٢,٤	٢,٥	٢,٦	٢,٨	٣	٣,٢	٣,٤	٣,٥
(د) حوائط قرميد ٤ بوصة	ف	٢,٧	٣,٢	٣,٨	٤,١	٤,٣	٤,٩	٥,٤	٥,٩	٦,٥	٦,٧
غير معزولة.	غ	٣,٦	٤,١	٤,٧	٤,٩	٥,٢	٥,٨	٦,٣	٦,٨	٧,٤	٧,٦
(هـ) حوائط قرميد ٤ بوصة ومعزولة	ف	٢,١	٢,٥	٢,٩	٣,٢	٣,٤	٣,٨	٤,٢	٤,٣	٥,٦	٥,٨
من الداخل بطبقة عازلة ١ بوصة.	غ	٢,٨	٣,٢	٣,٦	٣,٨	٤,١	٤,٥	٤,٩	٥,٣	٥,٧	٥,٥
(و) حوائط قرميد ٤ بوصة ومعزولة	ف	١	١,٢	١,٤	١,٦	١,٧	١,٩	٢,١	٢,٣	٢,٥	٢,٦
من الداخل بطبقة عازلة ٢ بوصة أو اكثر.	غ	١,٤	١,٦	١,٨	١,٩	٢	٢,٢	٢,٤	٢,٦	٢,٨	٢,٩

(ر) حوائط قرميد ٨ بوصة أوقوالب	ف	,٩	١,٩	٢,٩	٣,٤	٣,٩	٤,٩	٥,٩	٦,٩	٧,٩	٨,٤
خرسانة ١٢ بوصة.	غ	٣,١	٤,١	٥,١	٥,٦	٦,١	٧,١	٨,١	٩,١	١٠,١	١٠,٦
(حـ) حوائط طوب مفرغ	ف	٢,١	٢,٩	٢,٨	٤,٢	٤,٦	٥,٥	٦,٣	٧,٢	٨	٨,٤
٨ بوصة.	غ	٤,٢	٥	٥,٩	٦,٣	٦,٧	٧,٦	٨,٤	٩,٢	١٠,١	١٠,٥
(ط) حوائط قرميد ١٢ بوصة	ف	,٧	١,٤	٢,١	٢,٥	٢,٩	٣,٦	٤,٣	٥	٥,٧	٦,١
	غ	٢,٣	٣	٣,٧	٤,١	٤,٤	٥,٢	٥,٩	٦,٦	٧,٣	٧,٧
(ى) حوائط وقوالب خرسانية ٨ بوصة	ف	٢,١	٣,٢	٤,٣	٤,٩	٥,٥	٦,٦	٧,٧	٨,٨	٩,٩	١٠,٥
أو ١٢ بوصة.	غ	٣,٩	٥	٦,١	٦,٧	٧,٣	٨,٤	٩,٥	١٠,٦	١١,٧	١٢,٣
٥ – القطاعات الداخلية:		١,٨	٢,٢	٢,٥	٢,٧	٢,٩	٣,١	٣,٦	٤	٤,٣	٤,٥
٦ – أسقف أفقية أو تحت سقف هرمى معرضة للخارج:											
(أ) سقف أفقي لا يوجد طابق أعلاه	ف	١٩,٣	٢٠,٧	٢٢,١	٢٢,٨	٢٣,٥	٢٤,٩	٢٦,٢	٢٧,٦	٢٩	٢٩,٧
أولا توجد تهوية بالسقف الهرمى.	غ	٣١,٢	٣٢,٦	٣٣,٩	٣٤,٥	٣٥,٣	٣٦,٦	٣٨.	٣٩,٣	٤٠,٧	٤١,٤
(ب) كما فى (أ) ولكن توجد تهوية	ف	٩	٩,٦	١٠,٢	١٠,٥	١٠,٨	١١,٥	١٢,٢	١٢,٨	١٣,٥	١٣,٨
بالسقف الهرمى.	غ	١٤,٤	١٥	*١٥,٥	١٦	١٦,٣	١٦,٩	١٧,٦	١٨,٢	١٨,٩	١٩,٢
(جـ) كما فى (ب) ولكن معزول	ف	٣,٤	٣,٦	٣,٩	٤	٤,١	٤,٤	٤,٦	٤,٨	٥,١	٥,٢
بطبقة عازلة ٢ بوصة.	غ	٥,٤	٥,٦	٥,٩	٦	٦,١	٦,٤	٦,٦	٦,٨	٧,١	٧,٢
(د) كما فى (جـ) ولكن معزول	ف	٢,٥	٢,٧	٢,٩	٣	٣,١	٣,٣	٣,٥	٣,٧	٣,٩	٤
بطبقة عازلة ٤ بوصة.	غ	٤	٤,٢	٤,٤	٤٥	٤,٦	٤,٨	٥	٥,٢	٥,٤	٥,٥
٧ – أسقف أفقية أسفل أماكن غير مكيفة:		٤,١	٤,٩	٥,٧	٦,١	٦,٦	٧,٤	٨,٢	٩	٩,٨	١٠,٢

٨ - الأرضيات:										
(أ) أرضية فوق بدروم غير مفتوح.	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
(ب) أرضية فوق مكان غير مكيف.	٩,٤	١٠,١	١٠,٨	١١,٢	١١,٦	١٢,٣	١٣	١٣,٧	١٤,٤	١٤,٨
(جـ) أرضية فوق مكان غير مكيف ومعزولة بطبقة عازلة ٢ بوصة أو أكثر.	٢,٨	٣	٣,٣	٣,٤	٣,٥	٣,٨	٤	٤,٢	٤,٥	٤,٦
٩ - الهواء الخارجي:	١,٥	١,٨	٢,١	٢,٢	٢,٣	٢,٦	٢,٩	٣,٢	٣,٥	٣,٦
١٠ - الأشخاص:					٢٥٠					
١١ - الأجهزة الكهربائية والإضاءة:					٣,٤					

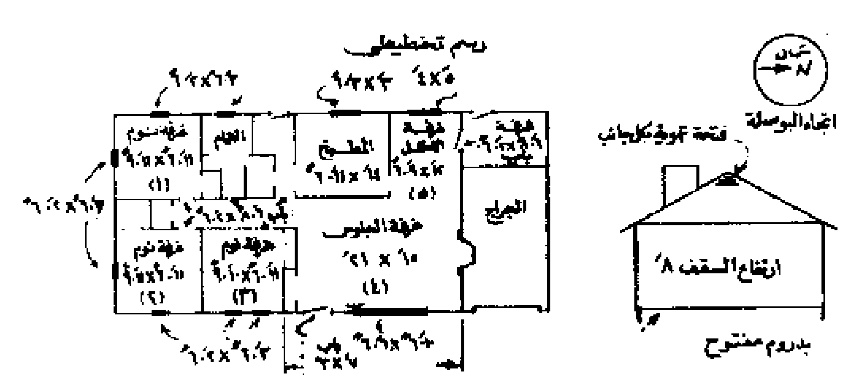
طريقة حساب حمل التبريد
الخاص بأماكن الإقامة

باستعمال الجدول رقم (٢) والمعاملات المذكورة فى الجدول رقم (١) وبتتبع الخطوات الواردة فى المثال الآتى يمكن حساب حمل التبريد لأى مكان إقامة يطلب تكييف هوائه.

مثال :

مبنى (فيلا) مكونة من الغرف المبينة بالرسم رقم (٨ - ١٦)، وبالأبعاد الظاهـرة فى الرسم بالقدم والبوصة:

- حوائطها مبنية بالقرميد بسمك ٤ بوصة ومدهونة من الخارج بلون فاتح.
- سقفها على شكل هرمى ومعزول من الداخل بطبقة سمكها ٤ بوصة ومجهّز بفتحات تهوية فى جانبيه ومدهون من الخارج بلون فاتح.
- أرضيتها فوق مكان غير مكيّف ولكن معزولة بطبقة عازلة سمكها ٢ بوصة.
- النوافذ من النوع الذى يشتمل على طبقتين من ألواح الزجاج بينها فراغ ومجهّزة من الداخل بستائر حصيرية.
- يوجد بغرفة الجلوس جهاز تليفزيون قوّة ٤٠٠ وات.
- درجة الحرارة الجافة المطلوب حفظها داخل الغرف المكيّفة الهواء خلال فصل الصيف ٧٥°ف.
- درجة الحرارة الجافة للمكان الموجودة به هذه الفيلا هو ٩٥°ف.
- الفرق بين درجة الحرارة الخارجية والداخلية هو ٩٥ - ٧٥ = ٢٠°ف.



رسم رقم (٨-١٦) رسم كروكى للفيلا المطلوب حساب حمل التبريد لها المثال.

جدول رقم (٢) طريقة حساب حمل التبريد لمبنى الڤيلا المذكورة بالمثال، باستعمال المعاملات الواردة بالجدول رقم (١)

غرفة رقم		١		٢		٣		٤		٥		٦		المجموع
استعمال الغرفة.		نوم		نوم		نوم		جلوس ومدخل		أكل				
طول الحائط الداخلى بالقدم		١١,٥		——		——		٢٥,٥		١٢				
طول الحائط المعرّض للخارج بالقدم.		٢٣,٣		٢٣,٣		١٠,٨		٣٦		٢١,٥				
ارتفاع السقف بالقدم.		٨		٨		٨		٨		٨				
مصادر الحمل الحرارى	المعامل	المساحة قدم²	الحمل وحب/س	المساحة قدم²	الحمل وحب/س	المساحة قدم²	الحمل وحب/س	المساحة قدم²	الحمل وحب/س	المساحة قدم²	الحمل وحب/س	المساحة قدم²	الحمل وحب/س	وحب/س
١ - النوافذ المعرضة لأشعة الشمس مباشرة: (تستعمل الواجهة ذات أكبر حمل حرارى).														
(أ) الاتجاه الشمالى الشرقى														
(ب) الاتجاه الشرقى	٢٦			٧,٤	١٩٢	١٤,٨	٣٨٤	٥٥	١٤٣٠					٢٠٠٦
(جـ) ,, الجنوبى الشرقى														
(د) ,, الجنوبى	٤٣	٧,٤	٣١٨	٧,٤	٣١٨									٦٣٦

(هـ) .. الجنوبي الغربي												
(و) .. الغربي	٦٤	٧,٤	~~٤٧٢~~					١٧	~~١٠٨٥~~			١٥٥٧
(ر) .. الشمالي الغربي												
٢ – النوافذ – انتقال الحرارة بالتوصيل:	١٠	١٤,٨	١٤٨	١٤,٨	١٤٨	١٤,٨	١٤٨	٥٥	٥٥٠	١٧	١٧٠	١١٦٤
٣ – الأبواب:	١٢							٥٤	٦٤٨	١٧	٢٠٤	٨٥٢
٤ – الحوائط المعّرضة للخارج:	٥,٤	١٧٢	٩٢٨	١٧٢	٩٢٨	٧١	٣٨٣	١٢٠	٦٤٨	١٣٨	٧٤٥	٣٦٣٢
٥ – القطاعات الداخلية	٣,٦	٩٢	٣٣١					٢٠٤	٧٣٤			١٠٦٥
٦ – أسقف أفقية تحت أسقف هرمية:	٣,٥	١٣٥	٤٧٢	١٣٥	٤٧٢	١٢٤	٤٣٤	٣٥٧	١٢٤٩	١١٤	٣٩٩	٣٠٢٦
٧ – أسقف تحت أماكن غير مكيفة الهواء:												
٨ – الأرضيات:	٤	١٣٥	٥٤٠	١٣٥	٥٤٠	١٢٤	٤٩٦	٣٥٧	١٤٢٨	١١٤	٤٥٦	٣٤٦٠
	٢,٩	١٣٥	٣٩١	١٣٥	٣٩١	١٢٤	٣٥٩	٣٥٧	١٠٣٥	١١٤	٣٣٠	٢٥٠٦

٩ - الهواء الخارجى				
١٠ - الأشخاص	٢٥٠	٤	١٠٠٠	١٠٠٠
١١ - الأجهزة الكهربائية والإضاءة	٣,٤	٤٠٠	١٣٦٠	١٣٦٠
١٢ - مجموع الحرارة المحسوسة (مجموع البنود من رقم (١) إلى (١١))				٢٠٠٧١
١٣ - مجموع الحرارة الكامنة (البندرقم (١٢×٠,٣))				٦٠٢١
١٤ - الحرارة الكلية (البندرقم (١٢)+(١٣))				٢٦٠٩٢

وعلى هذا يختار جهاز تكييف هواء سعته لا تقل عن ٢٦٠٩٢ و.ح.ب./الساعة

أى قوّته $\frac{٢٦٠٩٢}{١٢٠٠٠}$ = ٢ طن تبريد تقريباً.

٢ حساب الحمل الحرارى الخاص بالمحلات التجارية والمكاتب

سنشرح فيما يلى إحدى الطرق البسيطة السهلة المستعملة لحساب الحمل الحرارى الخاص بالمحلات التجارية والمكاتب. كما أنه يمكن استعمالها كذلك فى حساب الحمل الحرارى لأماكن الإقامة المختلفة كبديل للطريقة السابق شرحها. وهذه الطريقة مبنيّة على أساس استعمال مجموعة من المعاملات تمّ وضعها بمعرفة جمعية اتحاد صانعى أجهزة تكييف الهواء والتبريد الأمريكية

(Airconditioning and Refrigeration Machinery Assoc, Inc).

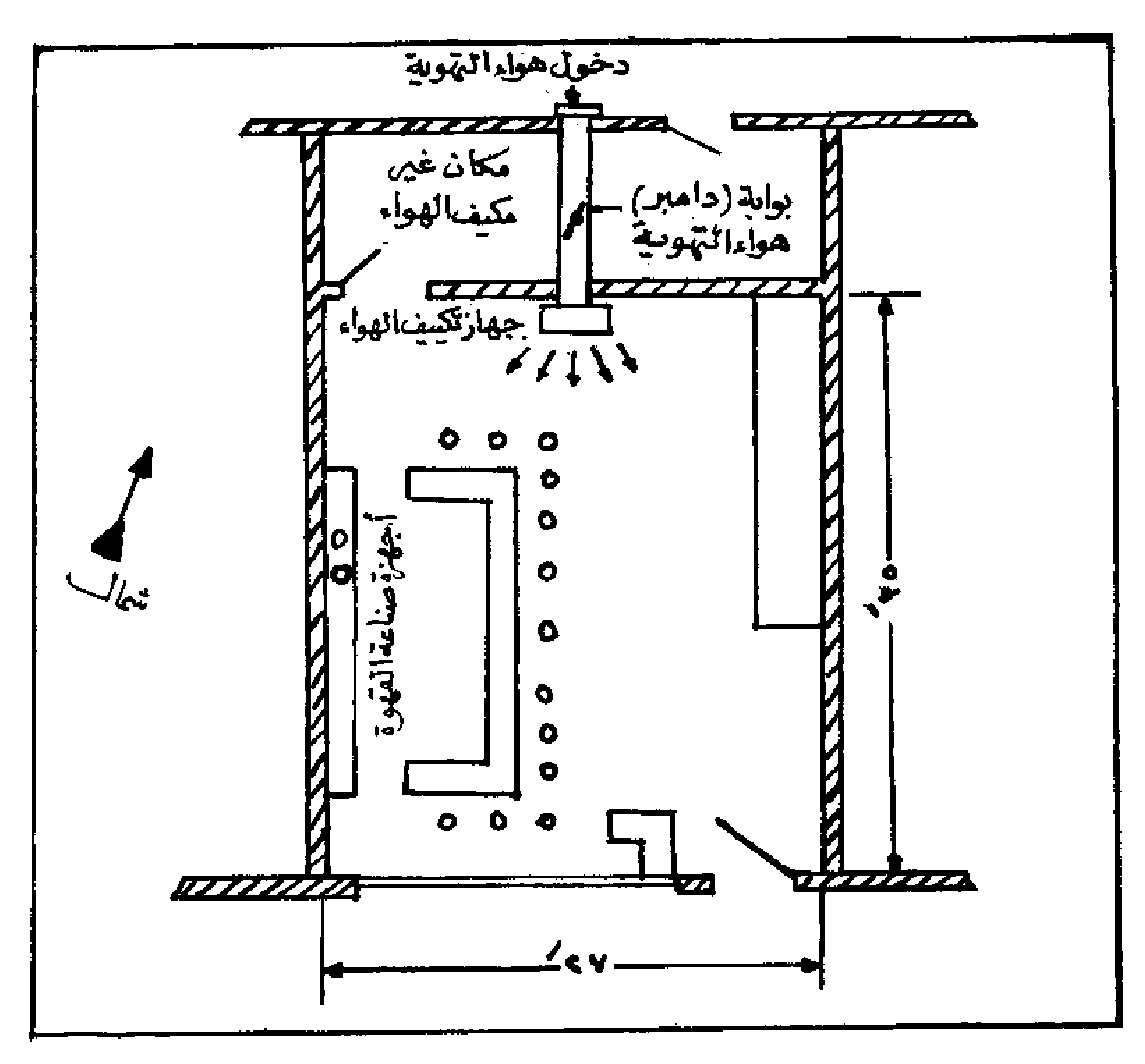
وتستعمل هذه الطريقة للأماكن التى تحتاج إلى تكييف هواء عادى مريح والتى يركب عادة بهذه الأماكن أجهزة تكييف هواء مركزية من النوع المجمع.

وفيما يلى سنقدم أحد الأمثلة وطريقة استعمال هذه المعاملات الواردة بالجدول رقم (٣) الموضوع بمعرفة مهندسى الجمعية السابق ذكرها.

مثال :

محل لبيع الوجبات الخفيفة مساحته وشكله حسب الرسم رقم (٨ - ١٧).

- يتواجد به ١٨ شخصاً ويعمل به شخصان لتقديم الأطعمة.
- يشتمل على عدد (٢) جهاز لصناعة القهوة.
- القطاعات الداخلية مزدوجة السمك.
- سقفه تحت مكان مشغول غير مكيّف ارتفاعه ١٠ قدم ومعزول بطبقة عازلة سمكها ٢ بوصة.
- يضاء بلمبات فلورسنت قوتها ٥٦٠ وات.
- موجود بمكان درجة حرارته الخارجية التى يحسب على أساسها حمل التبريد ٩٥°ف (جافة) و٧٥°ف (رطبة).



رسم رقم (٨-١٧) رسم كروكي لمحل بيع الوجبات الخفيفة المطلوب حساب حمل التبريد له بالمثال.

طريقة حساب حمل التبريد لمحل بيع الوجبات الخفيفة
باستعمال المعاملات الواردة بالجدول رقم (٣)

١ - الأشخاص : ......١٨..........(عدد الجالسين فى وضع مريح أو يتحركون ببطء) ١٨×٤٠٠ = ٧٢٠٠

......٢.............. (عدد الذين يعملون، يرقصون بمجهود مماثل) ٢ ×٦٦٠ = ١٣٢٠..

٢ - نوافذ معرضة لأشعة الشمس .... (المساحة الكلية قدم مربع)٢٤٣× ٢٠(أ)= ٤٨٦٠ ..

٣ - الإضاءة والأجهزة الكهربائية ..فلورسنت...... (مجموع الوات المستعمل)٥٦٠×٤,٢٥=.٢٣٨٠ ..

٤ - مصادر حرارية أخرى .... ب)..........

٥ - مجموع البنود من رقم (١) إلى رقم (٤) ....= ١٧٥٦٠

٦ - نوافذ غير مذكورة فى البند رقم (٢) .... (المساحة الكلية قدم مربع).....×....(حـ)=..........

٧ - حوائط وقطاعات ٢٧٠ (قدم مربع)-نوافذ .... (قدم مربع)٢٧٠ × ٥ (حـ)= .١٣٥٠..

١٠٧٠-١٦٢ (قدم مربع)-نوافذ .... (قدم مربع)١٠٨ × ٥ (حـ)=.. ٥٤٠ ..

٢٥٠+٣٥٠ (قدم مربع)-نوافذ .... (قدم مربع)٧٠٠ × ٥ (حـ)=.. ٣٥٠٠..

٨ - الأرضية .... (المساحة الكلية قدم مربع)٩٤٥×٤.٠.(حـ)=. ٣٧٨٠..

٩ - السقف .... (المساحة الكلية قدم مربع)٩٤٥×١,٥(حـ)=. ١٤١٨ .

١٠ - التهوية أو التسرّب............................ (قدم مكعب فى الدقيقة) ٣٠٠(د)× ٣٠(هـ)=.. ٩٠٠٠.

١١ - مجموع البنود من رقم (٦) إلى رقم(١٠) ....= ١٩٥٨٨

١٢ - و.ح.ب/الساعة الكلية = مجموع البنود (٥) و(١١) ٣٧١٤٨

جهاز تكييف الهواء اللازم لهذه العملية يجب أن لا تقلّ سعته عن ٣٧١٤٨و.ح.ب/الساعة أى قوته = $\frac{٣٧١٤٨}{١٢٠٠٠}$ = حوالى ٣ طن تبريد.

جدول رقم (٣) معاملات حمل التبريد

(أ)

نوافذ معرّضة لأشعة الشمس – المعاملات الآتية للاتجاهات المختلفة وتوضع عند (أ)

اتجاه النافذة	ش شر	شر	جـشر	جـ	جـغ	غ	ش غ
زجاج شفاف (طبقة ألواح واحدة أو طبقتين) وغير مغطّاة	١١٠	١٨٠	١٦٠	١٠٥	١٦٠	١٨٠	١١٠
مغطاة بتندة	٣٠	٥٠	٤٥	٣٠	٤٥	٥٠	٣٠
مركّب بها ستائر فاتحة اللون أوحصيرية	٦٥	١١٠	٩٥	٦٠	٩٥	١١٠	٦٥
قوالب زجاجية وغير مغطاة	٤٤	٧٢	٦٤	٤٢	٦٤	٧٢	٤٤

ش شر = شمال شرقى   شر = شرقى   جـشر = جنوب شرقى   جـ = جنوب   جـغ = جنوب غربى   غ = غربى ش غ = شمال غربى

(ب)

مصادر حرارية أخرى توضع عند (ب).

أجهزة تصفيف الشعر الكهربائية	عدد الأجهزة	× ٢٠٠٠ =......
محركات كهربائية	الأحصنة الكلية	× ٢٨٠٠ =......
* أفران تعمل بالبوتاجاز	العدد	× ٦٠٠٠ =......

* أجهزة صناعة القهوة .... العدد .... × ٩٠٠ = ...

* أوعية تسخين القهوة (بالكهرباء) أو بالبوتاجاز .... سعتها بالجالون .... × ١٤٠٠ = ...

* مسخّنات الأطباق (بالكهرباء) .... مساحة سطحها العلوى بالقدم المربع .... × ٥٥٠ = ...

* مسخّنات الأطباق (بالبوتاجاز) .... مساحة سطحها العلوى بالقدم المربع .... × ١٣٠٠ = ...

المصادر الحرارية الأخرى الإضافية .... و.ح.ب/الساعة = ...

*إذا كانت هذه الأجهزة موضوعة تحت شفّاطات فإنه يستعمل ٥٠٪ من المعامل المذكور

المجموع الكلى الذى يوضع عند (ب) = ...

(حـ)

نوافذ وحوائط وأرضيات وأسقف – المعاملات المذكورة لدرجات حرارة خارجية مختلفة. وتوضع عند (حـ)

درجة الحرارة الخارجية الجافة (ف°)	٨٦	٨٧	٨٨	٨٩	٩٠	٩١	٩٢	٩٣	٩٤	٩٥	٩٦	٩٧	٩٨	٩٩	١٠٠	١٠١	١٠٢	١٠٣	١٠٤
نوافذ غير معرّضة لأشعة الشمس	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	٥	٢٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦
حوائط مبنية بالطوب ذات سمك كبير	٢	٣	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٤	٥	٥	٥	٥	٦	٦	٦	٦	٦	٧
حوائط مبنية بالطوب ذات سمك عادى	٣	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٤	٥	٥	٥	٦	٦	٦	٦	٧	٧	٧	٧
حوائط مبنية بالطوب أو الخشب ومعزولة	١	٢	٢	٢	٢	٢	٣	٣	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٥
حوائط مبنية بالطوب من الخشب بينها فراغ	٢	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٤	٥	٥	٥	٥	٦	٦	٦	٦	٧	٧	٧
قطاعات داخلية – طبقة واحدة	٥	٥	٦	٧	٧	٨	٨	٨	٩	١٠	١٠	١١	١١	١٢	١٢	١٣	١٤	١٤	١٥
قطاعات داخلية – طبقتان	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٤	٥	٥	٥	٦	٦	٦	٦	٧	٧	٧	٨	٨

قطاعات خلف نوافذ عرض (فترينات)	١١	١٢	١٣	١٣	١٤	١٤	١٥	١٥	١٦	١٧	١٧	١٧	١٨	١٩	١٩	١٩	٢٠	٢١	٢١
قوالب زجاجية (غير معرّضة للشمس)	٤	٤	٥	٥	٥	٦	٦	٧	٧	٨	٨	٨	٩	٩	١٠	١٠	١٠	١١	١١
الأرضية	٢	٢	٢	٢	٣	٣	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٤	٤	٥	٥	٥	٥	٥
* سقف أفقى هرمى غير مجهز بوسائل تهوية	١١	١١	١٢	١٢	١٢	١٢	١٢	١٣	١٣	١٣	١٣	١٤	١٤	١٤	١٥	١٥	١٥	١٥	١٦
* سقف أفقى تحت سقف هرمى مجهز بوسائل تهوية	٧	٧	٨	٨	٩	٩	١٠	١٠	١٠	١١	١١	١٢	١٢	١٣	١٣	١٤	١٤	١٤	١٥
* سقف أفقى	١٣	١٣	١٤	١٤	١٤	١٥	١٥	١٥	١٦	١٦	١٦	١٧	١٧	١٧	١٨	١٨	١٨	١٩	١٩
* سقف أسفل مكان مشغول	٢	٣	٣	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٥	٥	٥	٥	٦	٦	٦	٦	٧	٧

* تعدل المعاملات المذكورة إذا كان السقف معزولاً. مثال عزل سمكه ٤ بوصة – ٢,× المعامل المختار = المعامل المعدّل.

عزل سمك ١ بوصة – ٤,× ..... = ... عزل سمك ٢ بوصة ٣,× ..... = ... عزل سمك ٤ بوصة – ٢,× ..... = ...

(د)

كمية هواء التهوية أو التسرّب توضح عند (د)

تحسب كلٌّ من كمية هواء التهوية والتسرب وتستعمل الكمية الأكبر (بالقدم المكعب فى الدقيقة).

كمية هواء التهوية

التدخين	عدد الأشخاص	قدم مكعب / دقيقة
لا يوجد	..... × ٧,٥	=......
خفيف	..... × ١٥	=......
قوى	..... × ٤٠	=......

كمية هواء التسرّب

(ع) ارتفاع الغرفة (ل) الطول (ض) العرض (هـ) معامل الحائط

(هـ) بالنسبة لغرفة ذات حائط واحد معرّض للخارج = ١

(هـ) بالنسبة لغرفة ذات حائطين معرّضين للخارج = ١,٥

(هـ) بالنسبة لغرفة ذات ثلاثة حوائط أو أكثر معرضة للخارج = ٢

$$\text{قدم مكعب/دقيقة} = \frac{(ع)\ldots\times(ل)\ldots\times(ض)\ldots\times(هـ)\ldots}{٦٠} = \ldots\ldots$$

(هـ)

التهوية أو التسرّب – المعاملات المذكورة بالنسبة لدرجات حرارة خارجية رطبة وتوضح عند (هـ)

درجة الحرارة الخارجية الرطبة (ف°)	٦٤	٦٥	٦٦	٦٧	٦٨	٦٩	٧٠	٧١	٧٢	٧٣	٧٤	٧٥	٧٦	٧٧	٧٨	٧٩	٨٠
المعامـــــــل	٠	١	٣	٥	٨	١١	١٤	١٧	٢٠	٢٣	٢٧	٣٠	٣٣	٣٧	٤١	٤٥	٤٩

٣ - حساب حمل التدفئة

باستعمال الجدول رقم (٤) وبالاستعانة بالمعاملات المذكورة به وبتتبع الشرح الآتى يمكن حساب حمل التدفئة للأماكن المطلوب تكييف هوائها (التدفئة) خلال فصل الشتاء.

فرق درجة الحرارة:

هو الفرق بين درجة حرارة الخارج التى يصمّم على أساسها حمل التدفئة ودرجة حرارة المكان الداخلية.

وفيما يلى بيان بدرجات الحرارة الجافة الخارجية التى على أساسها يوصى بعمل حساب حمل التدفئة وذلك بالنسبة لبعض البلاد العربية.

الموقع	درجة الحرارة الجافة (ف°)
جمهورية مصر العربية:	
القاهرة	٤٥
المملكة العربية السعودية	
جدّة	٥٧
الرياض	٣٧
العراق:	
بغداد	٣٢
الأردن:	
عمّان	٣٣
لبنان:	
بيروت	٤٢
ليبيا:	
بنى غازى	٤٦
السودان:	
الخرطوم	٥٣

الموقع	درجة الحرارة الجافة (ف°)
سوريا:	
دمشق	٢٩
عدن:	
عدن	٦٨
الجزائر:	
الجزائر	٤٣

صافى مساحة الحوائط الخارجية:

هى مساحة الحوائط المعرّضة للخارج بالقدم المربع مطروحاً منها مساحة النوافذ والأبواب المركبة بها.

الأسقف المعرّضة:

هى الأُسقف المعرّضة للخارج أو الموجودة فوق بدروم مفتوح.

التسرّب أو التهوية:

يستعمل أحدهما فقط وهو الذى ينتج عنه أكبر كمية من الحرارة تفقد من داخل المكان.

والتسرّب هو الهواء الذى يتسرّب إلى داخل المكان من الخارج عن طريق الشقوق الموجودة بالنوافذ والأبواب أمّا التهوية فهى الهواء الذى يدخل إلى المكان بواسطة مروحة جهاز التكييف وعن طريق مجرى توصل بالخارج.

حمل التدفئة:

حمل التدفئة أو الفقد الحرارى الكلى، هو الحرارة التى تفقد من المكان. ويجب أن تكون سعة ملفّ التدفئة أو المسخنات الكهربائية التى تركّب بجهاز التكييف مساوية أو أكبر من كمية الحرارة الكلية التى تفقد من داخل المكان خلال فصل الشتاء.

جدول رقم (٤) حساب حمل التدفئة

	المساحة (قدم مربع)	× المعامل	× فرق د/الحرارة	= و.ح.ب/س
١ - صافي مساحة الحوائط	....	×..........	×..........................	=......................
٢ - الأرضية المعرّضة	....	×..........	×..........................	=......................
٣ - السقف المعرّض	....	×..........	×..........................	=......................
٤ - النوافذ والأبواب	....	×..........	×..........................	=......................
٥ - التسرّب	....	×..........	×..........................	=......................
٦ - التهوية	.... قدم مكعب / دقيقة	×..........	×..........................	=......................

مجموع حمل التدفئة = ...

المعاملات

١ - صافي الحوائط الخارجية:

(أ) حوائط مبنية بالطوب أو الأحجار	,٤٥
(ب) حوائط مبنية من الأخشاب	,٣٠
(جـ) حوائط مبنية من الأخشاب ومعزولة بطبقة عازلة سمكها ١ بوصة أو أقل	,٢٠
(د) حوائط مبنية من الأخشاب معزولة بطبقة سمكها ٢ بوصة أو أكثر	,١٠

٢ - الأرضيات:

(أ) أرضية مكونة من طبقتين من الخشب فوق بدروم بارد مقفول	,١٥
(ب) أرضية مكونة من طبقتين من الخشب فوق بدروم بارد مفتوح	,٣٢

٣ - الأسقف والحوائط الداخلية:

الأسقف:

(أ) سقف أفقي تحت سقف آخر هرمي غير مجهّز بوسائل تهوية	,٣

(ب) كما فى (أ) ولكن معزول بطبقة عازلة سمكها ٢ بوصة أو أكثر	,١٧
(جـ) سقف أسفل مكان غير مجهز بوسائل تدفئة	,١٢

الحوائط الداخلية:

(أ) بجانب أسفل غرف غير مجهزة بوسائل تدفئة	,١٧

٤ - النوافذ والأبواب:

(أ) غير محكمة القفل.	١,١
(ب) محكمة القفل.	,٦

٥ - التسرّب:

النوافذ:

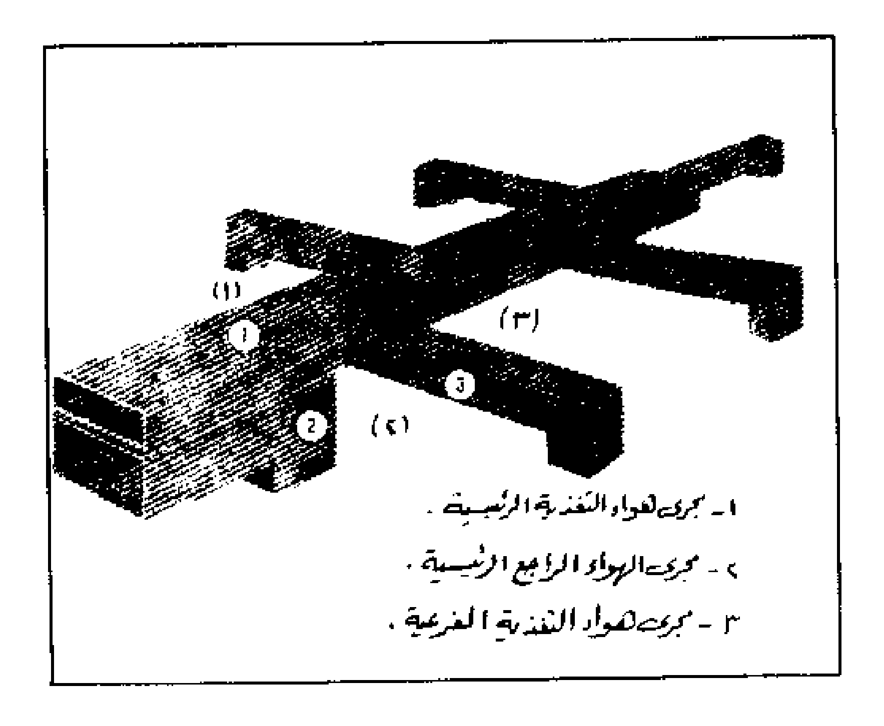
(أ) غير محكمة القفل.	٢,٥
(ب) محكمة القفل.	,٩

الأبواب الخارجية:

(أ) يستعمل ضعف المعامل الخاص بالنوافذ.

٦ - التهوية:	١,١

الفصل التاسع

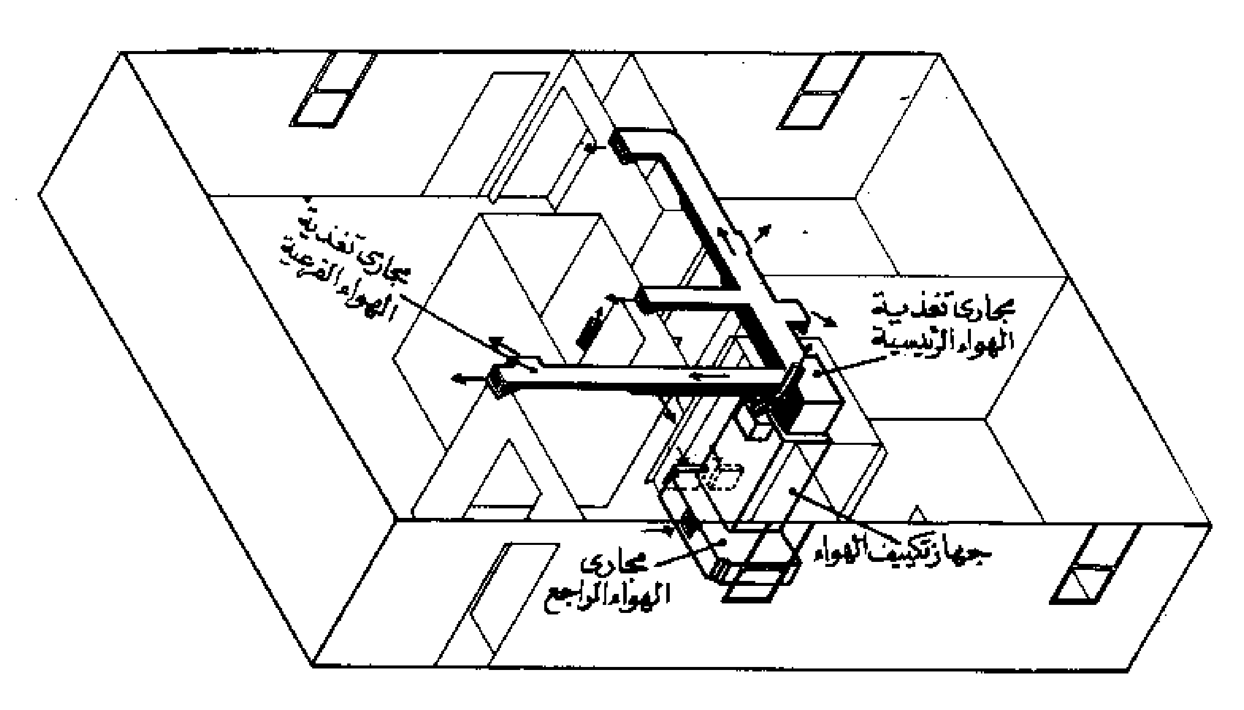


تصميم وصناعة مجارى الهواء

الفصل التاسع

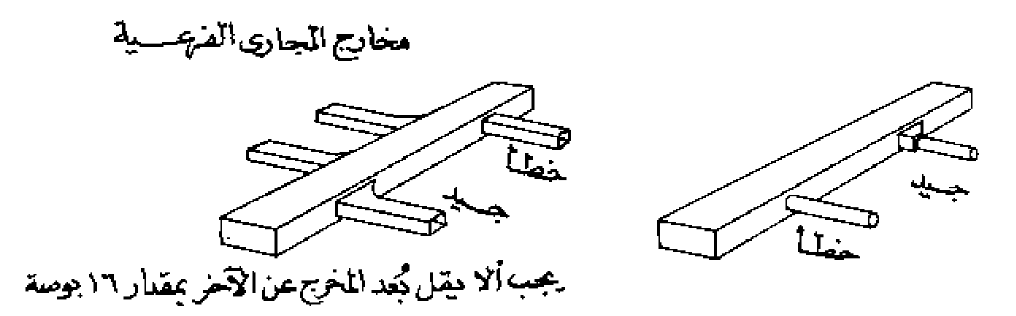
تصميم وصناعة مجارى الهواء

كما سبق أن ذكرنا أن الهواء المكيّف الذى يخرج من جهاز تكييف الهواء يوزّع فى بعض الحالات على الأماكن المختلفة بواسطة مجارى هواء. فعندما يخرج الهواء المكيّف مباشرة من الجهاز فإنه يمرّ أوّلاً داخل مجارى هواء موصلة بجهاز التكييف تسمى مجارى الهواء المغذّية الرئيسية (Main Supply Duct)، وبعد ذلك يوزّع على الأماكن المختلفة بواسطة مجارى هواء تفرّع من المجرى الرئيسية وتسمى مجارى مجارى الهواء المغذية الفرعية (Branch supply Ducts). وقد تتّجه هذه المجارى الفرعية إلى أعلى وتسمّى فى هذه الحالة بالمجارى الرأسية (Risers)، وبعد ذلك يعود الهواء من هذه الأماكن إلى جهاز تكييف الهواء عن طريق مجارى هواء فرعية تسمى مجارى الهواء الراجع الفرعية (Branch Return Ducts) تتفرّغ جميعها من مجرى الهواء الراجع الرئيسية (Main Return Duct) الموصلة بجهاز التكييف. والرسم المبسّط رقم (٩-١) يوضّح طريقة توزيع الهواء المكيّف الخارج من جهاز التكييف باستعمال بعض هذه الأنواع المختلفة من مجارى الهواء.

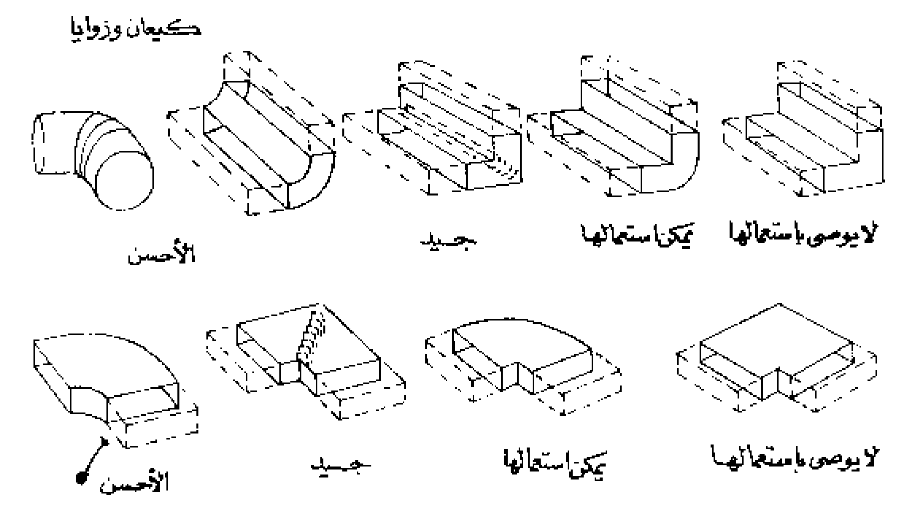


رسم رقم (٩-١) أنواع مجارى الهواء المختلفة التى توصل بجهاز تكييف الهواء المركزى

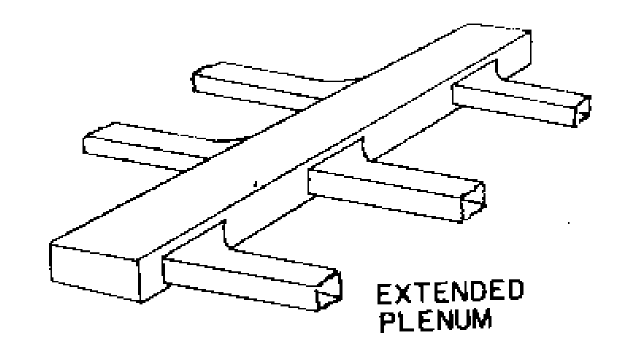
والهواء الخارج من جهاز تكييف الهواء يُدفع داخل المجارى التى تقوم بتوزيعه على الأماكن المختلفة بتأثير الضغط الذى تحدثه مروحة الجهاز. ويعترض مرور الهواء داخل هذه المجارى أوّلاً: الاحتكاك الذى ينشأ عن ملامسة الهواء أثناء مروره على السطح الداخلى لهذه المجارى. وثانيا: الدوامات الهوائية التى تنشأ عن تغيير اتجاه أو سرعة مرور الهواء. وبعمل التصميم الصحيح لمجارى الهواء فإنه يمكن تحديد مقدار هذا الأحتكاك بدرجة تجعل مروحة الجهاز يمكنها أن تتغلب عليه وتقوم بإعطاء الكمية المطلوبة من الهواء لهذه الأماكن المختلفة. وهذا وتصميم حجم مجارى الهاوء يتوقّف أوّلاً على كمية الهواء التى يجب أن تمرّ بداخلها، وثانيًا على طول هذه المجارى، ويلاحظ أنه كلّما زادت سعة التبريد المطلوبة لأحد الأماكن تزداد كذلك كمية الهواء التى يلزم نقلها إلى هذا المكان المكيّف. وتبعًا لذلك يجب أن يكون قطاع المجرى الذى يمرّ بداخلها هذا الهواء كبيرًا. ويلاحظ كذلك أنه كلما زاد طول مجارى الهواء التى تركّب من مكان جهاز التكييف إلى المكان المكيّف فإن قطاع المجرى الذى يمرّ بداخله الهواء يكبر كذلك وذلك بالنسبة لكمية واحدة من التبريد. هذا ويجب تحاشى بقدر الإمكان استعمال مجارى الهواء التى تكون نسبة عرض قطاعها إلى ارتفاعه كبيرة، وكذلك تحاشى استعمال وصلات المجارى التى تسبب حدوث تغيير فجائى فى مساحة مقطعها أو فى اتجاه مرور الهواء. والأشكال الموضّحة بالرسم رقم (٩-٢) تبيّن الطرق الصحيحة والطرق الخطأ المستعملة فى صناعة وصلات وكيعان ومنحنيات مجارى الهواء وكذلك مخارج المجارى الفرعية من المجارى الرئيسية، والرسم رقم (٩-٣) يبيّن شكل طريقة مجارى تركيبات مجارى الهواء الممتدّة (Exteded Plenum Duct System) التى يوصى باستعمالها فى تركيبات مجارى الهواء العادية، وتعتبر هذه الطريقة من أسهل وأبسط الطرق التى تستعمل لصناعة وتركيب مجارى الهواء ذات الأطوال القصيرة والتى تستعمل غالباً مع



رسم رقم (٩-٢) الطرق الصحيحة والطرق الخطأ المستعملة فى صناعة وصلات وكيعان ومنحنيات مجارى الهواء، ومخارج المجارى الفرعية من المجارى الرئيسية

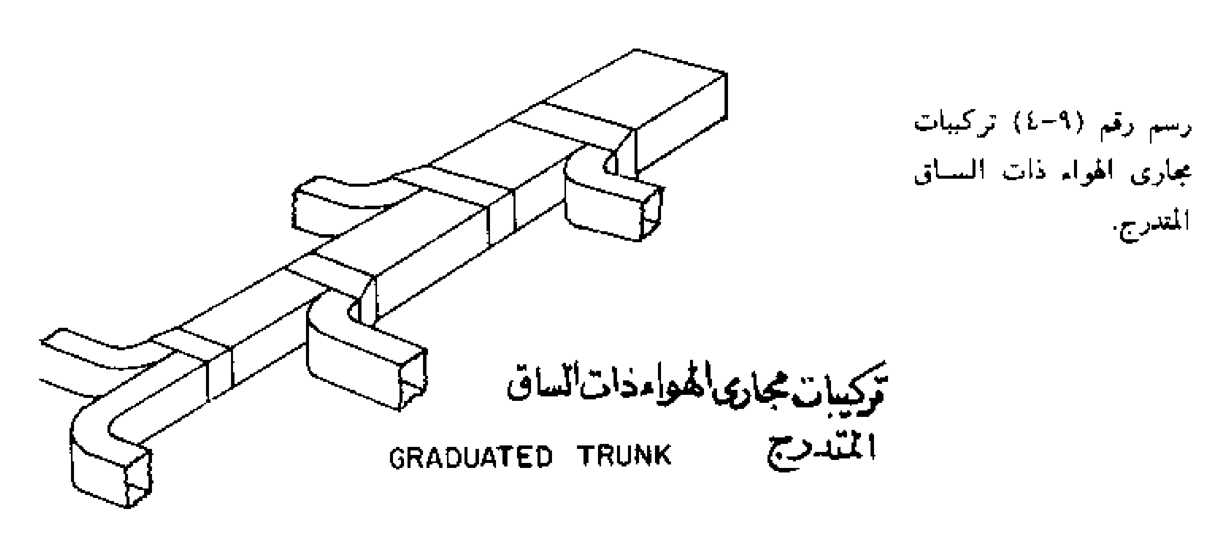


تابع رسم رقم (٩-٢)



رسم رقم (٩-٣) تركيبات مجارى الهواء الممتدة.

أجهزة تكييف الهواء المجمعة. أما إذا كانت أطوال المجارى المستعملة كبيرة فإنه يوصى باستعمال طريقة تركيبات المجاري ذات الساق المتدرّج (Graduated Trunk System)، كالظاهرة فى الرسم رقم (٩-٤).



رسم رقم (٩-٤) تركيبات مجارى الهواء ذات الساق المتدرج.

هذا وتوجد عدّة طرق مستعملة فى حساب حجم مجارى الهواء سنشرح هنا طريقتين منها.

وبهذه المناسبة يجب أن نعرف أن جميع هذه الطرق تعطى المقاومة النظرية فقط لهذه المجارى ولا تعطى المقاومة الحقيقية لها؛ إذ أن المواد التى تصنع منها هذه المجارى وطريقة صناعتها تلعب دورًا هامًا فى تحديد مقدار هذه المقاومة؛ ولهذا السبب فإنه يسمح بإضافة معامل أمْن بعد حساب مقدار المقاومة النظرية للمجارى بأية طريقة منها مستعملة، والطريقتان اللتان سنشرحهما فيمايلى واللتان تستعملان فى حساب مجارى الهواء هما:

١ - طريقة السرعة (Velocity Method). وهى التى تختار فيها سرعة الهواء فى الأقسام المختلفة لمجارى الهواء حيث تكون أقصاها فى مجارى الهواء الرئيسية وأقلّها عند دخولها إلى الأماكن المكيّفة.

٢ - طريقة الاحتكاك المتساوى (Equal Friction Meth od) وهى التى يتم تصميم مجارى الهواء فيها بحيث يكون مقدار الفقد نتيجة احتكاك الهواء أثناء مروره داخل المجارى متساو بكل قدم من طول المجارى.

١ - طريقة السرعة لحساب حجم مجارى الهواء

كما سبق أن ذكرنا أنه يلزم لحساب حجم مجارى الهواء بطريقة السرعة اختيار سرعة الهواء فى الأقسام المختلفة لمجارى الهواء حيث تكون أقصاها فى مجارى الهواء الرئيسية وأقلها عند دخولها الأماكن المكيفة الهواء. والجدول التالى رقم (١) يبين سرعة الهواء التى يوصى باستعمالها بالنسبة للأجزاء المختلفة التى يمرّ بها الهواء، وكذلك سرعة الهواء القصوى التى يجب أن لا يتعدّاها عند مروره بهذه الأجزاء، وذلك بالنسبة لأنواع مختلفة من الأماكن.

ونظرًا لأن كمية الهواء التى تمرّ داخل كل قسم من مجارى الهواء تكون معروفة فإن مساحة مقطع كل قسم منها يمكن معرفتها بسهولة باستعمال هذه المعادلة:

$$م = \frac{ك}{س}$$

جدول رقم (١)

سرعة الهواء التي يوصى باستعمالها، والسرعة القصوى التي يجب أن لايتعداها

الجزء الذى يمرّ به الهواء	السرعة التي يوصى باستعمالها قدم/الدقيقة			السرعة القصوى التي يجب أن لا يتعدّاها قدم/الدقيقة		
	أماكن الإقامة	مدارس–مسارح مبانى عامة	أماكن صناعية	أماكن الإقامة	مدارس–مسارح مبانى عامة	أماكن صناعية
* فتحات دخول الهواء الخارجي	٥٠٠	٥٠٠	٥٠٠	٨٠٠	٩٠٠	١٢٠٠
* مرشّحات الهواء	٢٥٠	٣٠٠	٣٥٠	٣٠٠	٣٥٠	٣٥٠
* ملفّات التبريد والتسخين	٤٥٠	٥٠٠	٦٠٠	٥٠٠	٦٠٠	٧٠٠
مغاسل الهواء	٥٠٠	٥٠٠	٥٠٠	٥٠٠	٥٠٠	٥٠٠
وصلات سحب الهواء	٧٠٠	٨٠٠	١٠٠٠	٩٠٠	١٠٠٠	١٤٠٠
مخارج الهواء	١٠٠٠ – ١٦٠٠	١٣٠٠ – ٢٠٠٠	١٦٠٠ – ٢٤٠٠	١٧٠٠	١٥٠٠ – ٢٢٠٠	١٧٠٠ – ٢٨٠٠
مجارى رأسية	٧٠٠ – ٩٠٠	١٠٠٠ – ١٣٠٠	١٢٠٠ – ١٨٠٠	٨٠٠ – ١٢٠٠	١١٠٠ – ١٦٠٠	١٣٠٠ – ٢٢٠٠
مجارى فرعية	٦٠٠	٦٠٠ – ٩٠٠	٨٠٠ – ١٠٠٠	٧٠٠ – ١٠٠٠	٨٠٠ – ١٣٠٠	١٠٠٠ – ١٨٠٠
مجارى رأسية	٥٠٠	٦٠٠ – ٧٠٠	٨٠٠	٦٥٠ – ٨٠٠	٨٠٠ – ١٢٠٠	١٠٠٠ – ١٦٠٠

* هذه السرعات للهواء أثناء مروره على جميع مساحة وجه هذه الأجزاء (Face Area). أمّا باقى السرعات الموجودة بالجدول فهى للهواء أثناء مروره على مساحة الفتحات الحرّة فقط (Free Area) الموجودة بهذه الأجزاء.

حيث

م = مساحة المقطع بالقدم المربع.

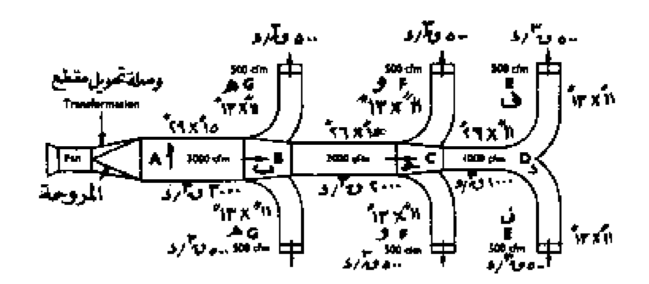
ك = كمية الهواء بالقدم المكعب / الدقيقة.

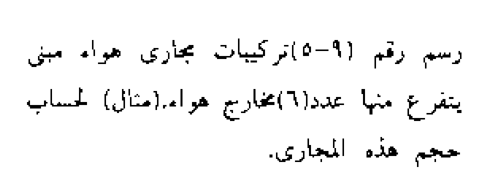
س = سرعة الهواء بالقدم / الدقيقة.

ولهذا فإن طريقة حساب حجم مجارى الهواء باستعمال طريقة السرعة تمتاز بسهولة إيجاد مساحة مقطع هذه المجارى. ويجب أن تستعمل فقط فى حالة تركيبات مجارى الهواء البسيطة.

مثال :

الرسم رقم (٩–٥) يبينّ تركيبات مجارى هواء لمبنى عمودى يتفرّع منها عدد (٦) مخارج هواء يُعطى كلٌ منها ٥٠٠ قدم مكعب / الدقيقة عند هـ هـ، وو، فْ ف. وعلى هذا فتكون كمة الهواء التى تعطيها مروحة جهاز تكييف الهواء الموصل بهذه المجارى هو




رسم رقم (٩–٥)تركيبات مجارى هواء مبنى يتفرع منها عدد(٦)مخارج هواء.(مثال) لحساب حجم هذه المجارى.

٦ × ٥٠٠ = ٣٠٠٠ قدم مكعب / الدقيقة.

والمجارى الرئيسية لهذه التركيبات هى الأقسام أ ب حـ د.

والمطلوب إيجاد مساحة كل قسم من مجارى هذه التركيبات بالقدم المربع؟

الحل :

مساحة القسم الأوّل من المجارى الرئيسية أ ب :

هذا القسم يمرّ بداخله ٣٠٠٠ قدم مكعب / الدقيقة. وسنعتبر هنا أن موضوع الصوت بالنسبة لهذه التركيبات ليس له أهمية، وعلى هذا تكون سرعة الهواء فى هذا القسم حسب الجدول رقم (١) هى ١٠٠٠ قدم / الدقيقة.

مساحة مقطع القسم من المجارى أ ب = $\frac{\text{٣٠٠٠ قدم مكعب/الدقيقة}}{\text{١٠٠٠ قدم / الدقيقة}}$ =٣ قدم مربع

مساحة القسم الثانى من المجارى الرئيسية ب جـ:

فى هذا القسم من المجارى يكون موضوع الصوت له أهمية أكثر من القسم الأول، وعلى هذا يستحسن أن تكون سرعة الهواء فى هذا القسم ٧٥٠ قدم / الدقيقة. وكمية الهواء التى تمرّ به ٣٠٠ قدم مكعب / الدقيقة مطروحًا منها الكمية التى تخرج عن طريق الفروع ب هـ = ٣٠٠٠ - ١٠٠٠ = ٢٠٠٠ قدم مكعب / الدقيقة.

مساحة مقطع القسم من المجارى ب جـ = $\frac{\text{٢٠٠٠}}{\text{٧٥٠}}$ ٢,٦٧ قدم مربع

مساحة القسم الثالث من المجارى الرئيسية حـ د:

هذا القسم يبعد عن مروحة جهاز التكييف ويغذّى الفروع د ف فقط والسرعة المناسبة لهذا القسم تكون ٥٠٠ قدم / الدقيقة.

وهذا القسم يمرّ بداخله ٣٠٠٠ قدم مكعب / الدقيقة مطروحًا منها الكمية التى تخرج من الفروع ب هـ ، حـ و

= ٣٠٠٠ - (١٠٠٠ + ١٠٠٠) = ١٠٠٠ قدم مكعب / الدقيقة

مساحة مقطع القسم من المجارى حـ د = $\frac{\text{١٠٠٠}}{\text{٥٠٠}}$ = ٢ قدم مربع

مساحة مقطع المجارى الفرعية والرأسية د ف:

نظراً لوجود مخرج هواء واحد فى نهاية كل مجرى رأسية (Riser). ولهذا فإنه يكون حجم هذه المجارى الرأسية والفرعية واحدًا. وسرعة الهواء المناسبة التى تمرّ بداخلها تكون ٥٠٠ قدم / الدقيقة وكمية الهواء ٥٠٠ قدم مكعب / الدقيقة.

$$\text{مساحة مقطع هذه المجارى} = \frac{٥٠٠}{٥٠٠} = ١ \text{ قدم مربع}$$

وعلى هذا تكون مساحة مقطع أقسام هذه المجارى معروفة ويمكن تحديدها. ومن الناحية العملية كذلك فإنه من المستحسن أن يُغيرَّ بُعْدٌ واحد فقط من أبعار المقطع عند كل جزء من المجارى تتغيرّ مساحة مقطعة.

وعلى سبيل المثال تكون أبعاد مجارى الهواء للأقسام السابق معرفتها كالآتى:

أ ب ... ٢٩ × ١٥ بوصة تعطى مساحة مقطع قدرها ٣,٠٢ قدم مربع

ب جـ ... ٢٦ × ١٥ بوصة تعطى مساحة مقطع قدرها ٢,٧ قدم مربع

جـ د ... ٢٦ × ١١ بوصة تعطى مساحة مقطع قدرها، ١,٩٩ قدم مربع

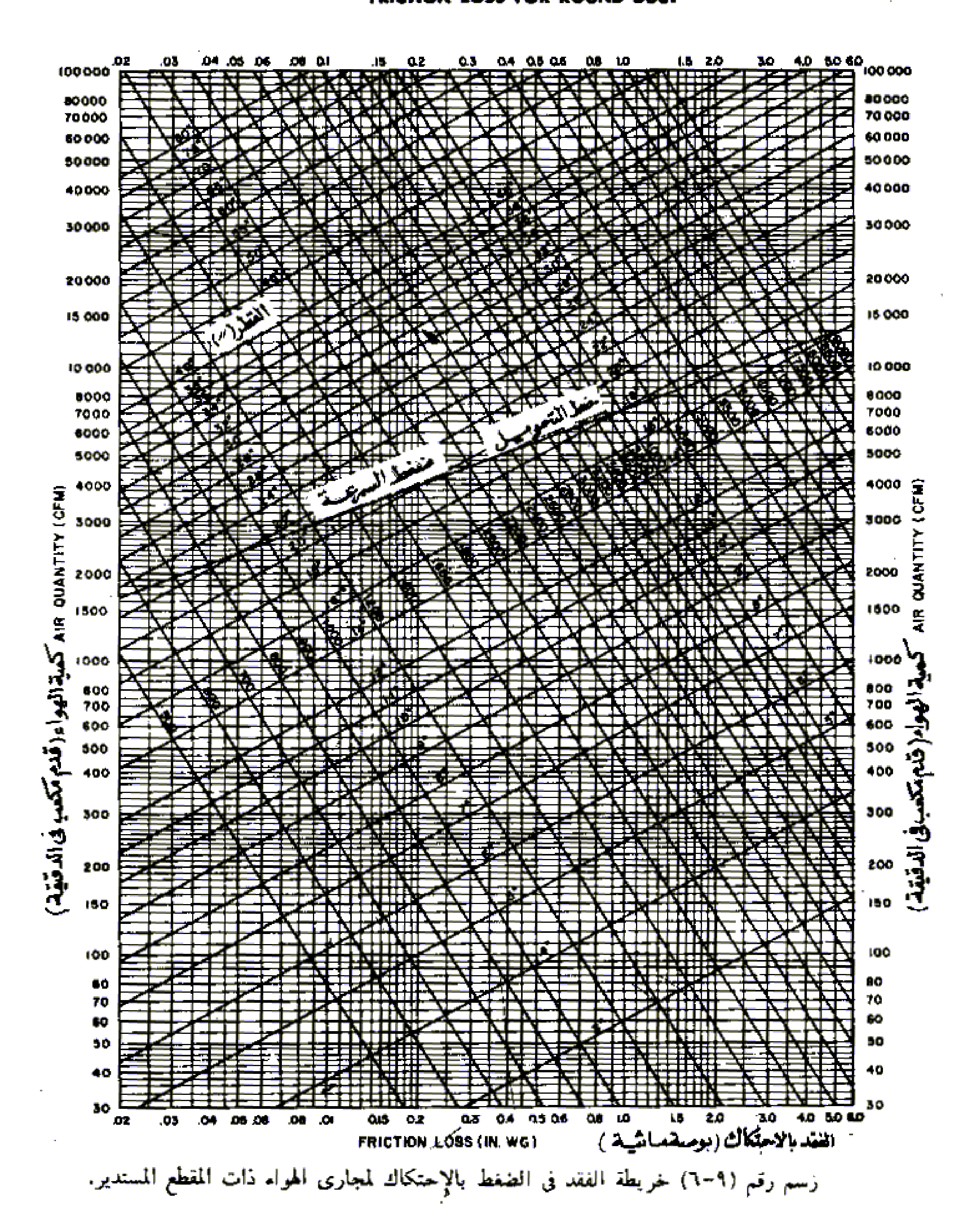
د ف ... ١٣ × ١١ بوصة تعطى مساحة مقطع قدرها ٩٩, قدم مربع.

٢ – طريقة الاحتكاك المتساوى لحساب حجم مجارى الهواء

هذه الطريقة يوصى دائماً باستعمالها لأنها لا تحتاج إلى خبرة خاصّة لأختيار سرعة مناسبة للهواء داخل أقسام مجارى الهواء المختلفة كما هو الحال عند استعمال طريقة السرعة السابق شرحها. كما أنه باستعمالها نضمن الحصول على توزيع هواء منظّم للأماكن المكيّفة وخصوصًا عندما يكون طول تركيبات مجارى الهواء المستعملة طويلاً. وباستعمال هذه الطريقة فإنه تُختار سرعة للهواء واحدة وهى سرعة الهواء الخاصة بالقسم الأخير من المجارى الفرعية. وبعد إيجاد حجم هذا القسم من المجارى فإن باقى الأقسام الأخرى من التركيبات يمكن إيجاد حجمها بحيث تُعطى نفس مقدار الفقد فى الضغط لكل وحدة من الطول. الخريطة رقم (٩-٦) تعطى الفقد فى الضغط بالأحتكاك بالبوصة المائية لكل ١٠٠ قدم من طول المجارى وذلك لأحجام مختلفة منها ذات مقطع مستدير يمرّ به بداخلها الكميات المختلفة المبينة من الهواء بالقدم المكعب. وبقراءة الفقد فى الضغط للقسم الأخير من المجارى الفرعية، فإن حجم باقى أقسام المجارى يمكن معرفتها من الخريطة المذكورة وذلك بقراءة قطر المجرى ذات المقطع المستدير التى تعطى نفس مقدار الفقد فى الضغط عند كمية الهواء المناسبة.

الفقد فى الضغط بالإحتكاك لمجارى الهواء ذات المقطع المستدير

FRICTION LOSS FOR ROUND DUCT



رسم رقم (٩-٦) خريطة الفقد فى الضغط بالإحتكاك لمجارى الهواء ذات المقطع المستدير.

هذا ويمكن معرفة أبعاد المجارى ذات المقاطع المستطيلة المعادلة لهذه المجارى ذات المقاطع المستديرة باستعمال الخريطة رقم (٩-٧) التى تبيّن أقطار المجارى المستديرة والمختلفة وأبعاد المجارى المستطيلة المعادلة لها.

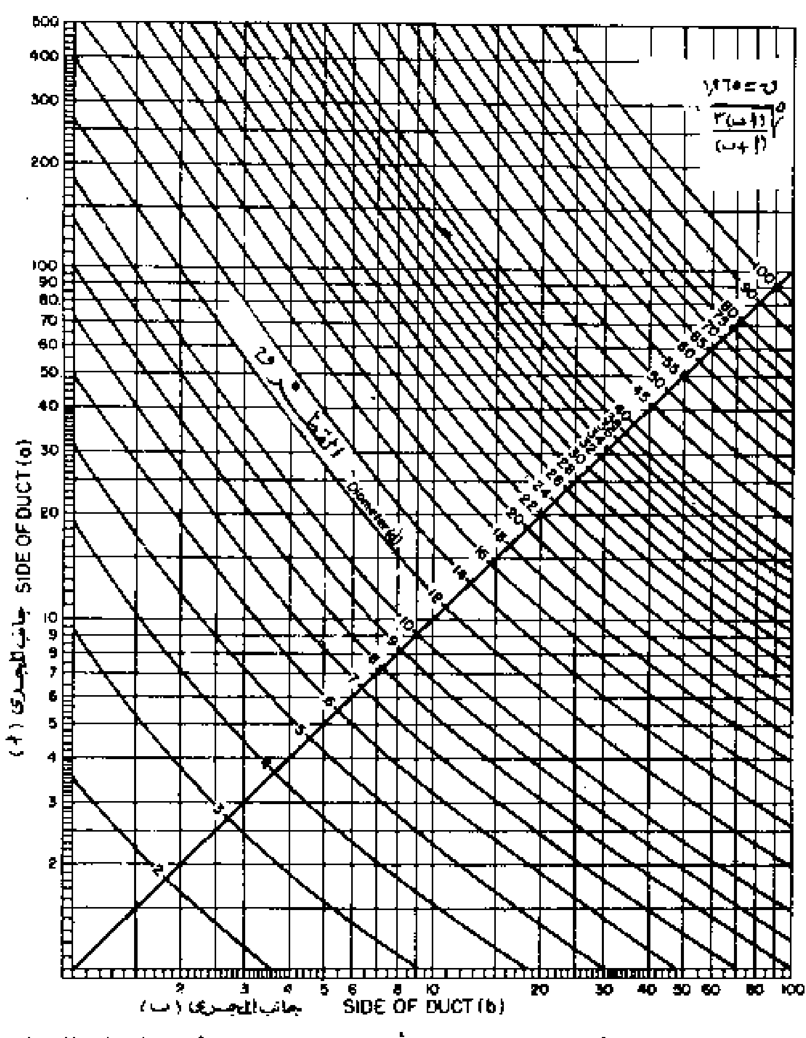
مثال:

المطلوب إيجاد مساحة مقطع كل قسم من مجارى الهواء بالقدم المربع لأقسام مجارى التركيبات المذكورة فى مثال «طريقة السرعة» والمبنية بالرسم رقم (٩-٥) وذلك باستعمال طريقة الأحتكاك المتساوى.

الحل:

نبدأ بالمجرى د ف:

ونختار سرعة الهواء فى هذا القسم ٥٠٠ قدم/الدقيقة.



رسم رقم (٩-٧) الخريطة التى تستعمل لإيجاد أبعاد المجارى المستطيلة المعادلة للمجارى المستديرة

$$\text{مساحة مقطع هذه المجرى} = \frac{\text{٥٠٠ قدم مكعب / الدقيقة}}{\text{٥٠٠ قدم / الدقيقة}} = \text{١ قدم مربع}$$

قطر المجرى التى مقطعها ١ قدم مربع = ١٣,٥ بوصة

ومن الخريطة رقم (٩-٦) يكون الفقد فى الضغط لكل ١٠٠ قدم = ٠٣,. بوصة مائية.

والمجرى حـ د يمرّ بداخلها ١٠٠٠ قدم مكعب من الهواء / الدقيقة، فإذا كان الفقد فى الضغط لكل ١٠٠ قدم منها = ٠٣,. بوصة مائية.

فإن قطر المجرى ذات المقطع المستدير يكون فى هذه الحالة = ١٧,٥ بوصة (من الخريطة رقم (٩-٦).

والمجرى ب حـ يمرّ بداخلها ٢٠٠٠ قدم مكعب من الهواء / الدقيقة. فإذا كان الفقد فى الضغط بكل ١٠٠ قدم منها = ٠٣,. بوصة مائية

فإن قطر المجرى ذات المقطع المستدير يكون فى هذه الحالة = ٢٣ بوصة (من الخريطة رقم ٩-٦).

والمجرى أ ب يمرّ بداخلها ٣٠٠٠ قدم مكعب من الهواء/ الدقيقة. فإذا كان الفقد فى الضغط بكل ١٠٠ قدم منها = ٠٣,. بوصة مائية.

فإن قطر المجرى ذات المقطع المستدير يكون فى هذه الحالة = ٢٦,٥ بوصة (من الخريطة رقم ٩-٦).

وبهذا نكون قد عرفنا حجم الأقسام المختلفة لتركيبات المجارى على أساس أن هذه المجارى ذات مقطع مستدير. فلإيجاد المقطع المستطيل المعادل لها نستعين بـالخريـطة رقم (٩-٧) لأختيار الأبعاد المناسبة للمجارى ذات المقطع المستطيل المعادل.

وعلى سبيل المثال تكون أبعاد مجارى الهواء للأقسام السابق معرفتها كالآتى:

المجرى د ف قطرها ١٣,٥ بوصة وتكون المجرى ذات المقطع المستطيل أبعادها ١٤×١١ أو ١٢×١٣ بوصة

المجرى حـ د قطرها ١٧,٥ بوصة وتكون المجرى ذات المقطع المستطيل أبعادها ٢٤×١١ أو ٢٠×١٣ بوصة

المجرى ب حـ قطرها ٢٣ بوصة وتكون المجرى ذات المقطع المستطيل أبعادها ٢٤×١٩ أو ٣٦×١٣ بوصة

المجرى أ ب قطرها ٢٦,٥ بوصة وتكون المجرى ذات المقطع المستطيل أبعادها ٣٢×١٩ أو ٤٨×١٣ بوصة

هذا ويجب أن نعرف أن الطريقتين السابق شرحهما لحساب حجم مجارى الهواء تُعطيان فقط حجم هذه المجارى، ولكن ليس معنى هذا أنه باتّباع هاتين الطريقتين نحصل على كميات الهواء المضبوطة التى توزّع على الأماكن المختلفة؛ إذ أن الأماكن القريبة من مروحة الجهاز قد تحصل على كميات من الهواء أكثر قليلاً من الكميات التى تحصل عليها الأماكن الموجودة فى نهايات مجارى التوزيع.

ولتصميم مجارى هواء تعطى الكميات المضبوطة بدقّة للأماكن المختلفة فإن ذلك يحتاج إلى إجراء عمليات حسابية طويلة وكذلك إلى صناعة مجارى هواء ذات أحجام خاصّة. وفى الحالات التى تتطلّب عملية توزيع هواء منتظمة فإنه قد يكون من الضرورى تركيب بوابات (دامبر – Dampers) عند مداخل مجارى الهواء الفرعية وداخل المجارى نفسها الرئيسية، وذلك لعمل التوازن المطلوب عند توزيع الهواء على الأماكن المختلفة. وكذلك يجب العناية بتصميم كيعان وزوايا ووصلات مجارى الهواء، وذلك للعمل على تخفيض مقدار الفقد فى الضغط نتيجة لمرور الهواء خلال هذه الأجزاء، وبذلك نحصل على الوفر اللازم فى حجم المروحة والقوّة اللأزمة لتحريكها التى تُختار لدفع الهواء داخل هذه المجارى.

والرسم رقم (٩–٢) يبينّ الأشكال التى توضح الطرق والصحيحة والطرق الخطأ المستعملة فى صناعة وصلات وكيعان وزوايا مجارى الهواء وكذلك مخارج المجارى الفرعية.

٣ – حساب مقدار المقاومة الكلية لمجارى الهواء

لا مكان أختيار حجم المروحة التى تركّب مع تركيبات مجارى الهواء يجب أوّلاً: معرفة كمية الهواء التى ستدفعها هذه المروحة. وثانيا: مقدار الضغط الذى ستعمل أمامه هذه المروحة والذى يُحدده مقدار المقاومة الكلية لمجارى الهواء والتى يمكن معرفتها فقط بعد

تصميم شكل وحجم وطول مجارى الهواء التى ستركّب. ويمكن معرفة مقدار المقاومة الكلية لمجارى الهواء بحساب كل مقدار الفقد فى الضغط نتيجة لاحتكاك الهواء بسطح المجارى الداخلى (Friction Losses) وذلك باستعمال الخريطة رقم (٩-٦). ومقدار الفقد فى الضغط الديناميكى (Dynamic Losses) الذى ينشأ من تغيير اتجاه مرور الهواء وازدياد أو تخفيض سرعة مروره داخل مجارى الهواء عند نقط مختلفة منها. ومن أهم الأجزاء التى قد تكون موجودة بمجارى الهواء التى تسبّب حدوث دوّامات هوائية بداخلها تعمل على زيادة مقدار الفقد فى الضغط الدنياميكى هى الكيعان والزوايا والمنخيات الضّيقة والمداخل والوصلات بأنواعها المختلفة والبوايات (دامبر) وموزعات الهواء والمرشّحات ومغاسل الهواء وملفّات التبريد والتسخين. وفى العادة فإن مقدار الفقد فى الضغط للأجزاء مثل موزّعات الهـواء والمرشحات ومغاسل الهواء وملفّات التبريد والتسخين تعطيه الشركـات التى تصنع هـذه الأجزاء وتبيّنه بكتالوجات مواصفات هذه الأجزاء.

أما مقدار الفقد فى ضغط السرعة للكيعان والزوايا والمنحنيات والمداخل والوصـلات بأنواعها المختلفة فإنه يمكن حسابه باستعمال المعادلة الآتية:

$$\text{ف} = \text{م} \times \left(\frac{\text{س}}{٤٠٠٥}\right)^{٢}$$

حيث

ف = مقدار الفقد فى ضغط السرعة بالبوصة المائية.

م = معامل يمكن معرفته من الجدول رقم (٢) التالى.

س = سرعة الهواء بالقدم فى الدقيقة.

جدول رقم (٢)

معامل الفقد فى ضغط السرعة فى كيعان وزوايا الأجزاء المختلفة لمجارى الهواء ذات المقطع المستطيل

المعامل	نسبة نصف القطر إلى الارتفاع R1/W	نسبة نصف القطر الداخلي إلى الارتفاع R/W	المعامل: الأجزاء وسط مجارى الهواء	المعامل: الهواء يخرج عن طريق هذه الأجزاء
١ - كوع ذى نصف قطر كامل. Full Radius Elbow	٣	٢,٥	.١١	,٢٢
	٢	١,٥	.١٢	,٢٣
	١,٧٥	١,٢٥	.١٢	,٢٦
	١,٥	١	.١٣	,٣٥
	١,٢٥	.٧٥	.١٦	,٤١
	١	,٥	.٢٢	,٥٣
	,٧٥	.٢٥	,٣٧	,٨٧
٢ - كوع قصير. Radius Elbow	,٥	صفر. صفر	١,٠٥	١,٩
٣ - كوع مربّع. Square Elbow	صفر. صفر	صفر. صفر	١,١٥	١,٩٥

المعامل	نسبة نصف القطر إلى الارتفاع R1/W	نسبة نصف القطر الداخلي إلى الارتفاع R/W	ريشة واحدة	ريشتان	ثلاث ريش
٤ - كوع قصير داخله ريش. Radius Elbow with Vanes	١	,٥	.١٣	.١	.١
	,٧٥	,٢٥	,١٦	,١٢	,٠٩
	,٥	صفر. صفر	,٧	,٤٥	,٣

٥ - كوع مربع داخله ريش.

Square Elbow with Vanes

		شكل الريش	المعامل
صفر. صفر	صفر. صفر	زوايا	,٨٨
		منحنية	,٣٥
		مزدوجة	,١

٦ - مخرج مجرى.

Duct Take-Off

مقدار الزاوية ×	°١٥	°٣٠	°٤٥	°٦٠
المعامل	,٠٨	,١٨	,٢٨	,٤٣

٧ - تخفيض تدريجى فى مساحة المقطع

Gradual Contraction

نسبة الانحدار A/L	١ - ٧	١ - ٣	١ - ١	٤ - ١
المعامل	,٠٠٣	,٠١٥	,٠٣	,٠٧

٨ - زيادة تدريجية فى مساحة المقطع.

Gradual Expansion

نسبة الأنحدار A/L	المعامل نسبة المساحات أ٢ إلى ب٢			
	١,٥-١	٢-١	٣-١	٥-١
١٠-١	,١٧	,٢٣	,٢٧	,٢٩
٧-١	,٢٢	,٢٩	,٣٥	,٣٧
٥-١	,٢٧	,٣٧	,٤٤	,٤٧
٣-١	,٣٨	,٥٢	,٦١	,٦٦
٢-١	,٥٠	,٦٨	,٨٠	,٨٦
°٣٠	,٥٥	,٧٥	,٨٩	,٩٦

	نسبة الأنحدار A/L	المعامل. نسبة المساحات أ^{2} إلى ب^{2}			
		١,٥-١	٢-١	٣-١	٥-١
٩ - ازدياد فجائى فى مساحة المقطع. Abrupt Expansion	٩٠°	,١	,٢٥	,٤٥	,٦٤
١٠ - تخفيض فجائى فى مساحة المقطع. Abrupt Contraction	٩٠°	,١٤	,٢٦	,٣٨	,٤٦

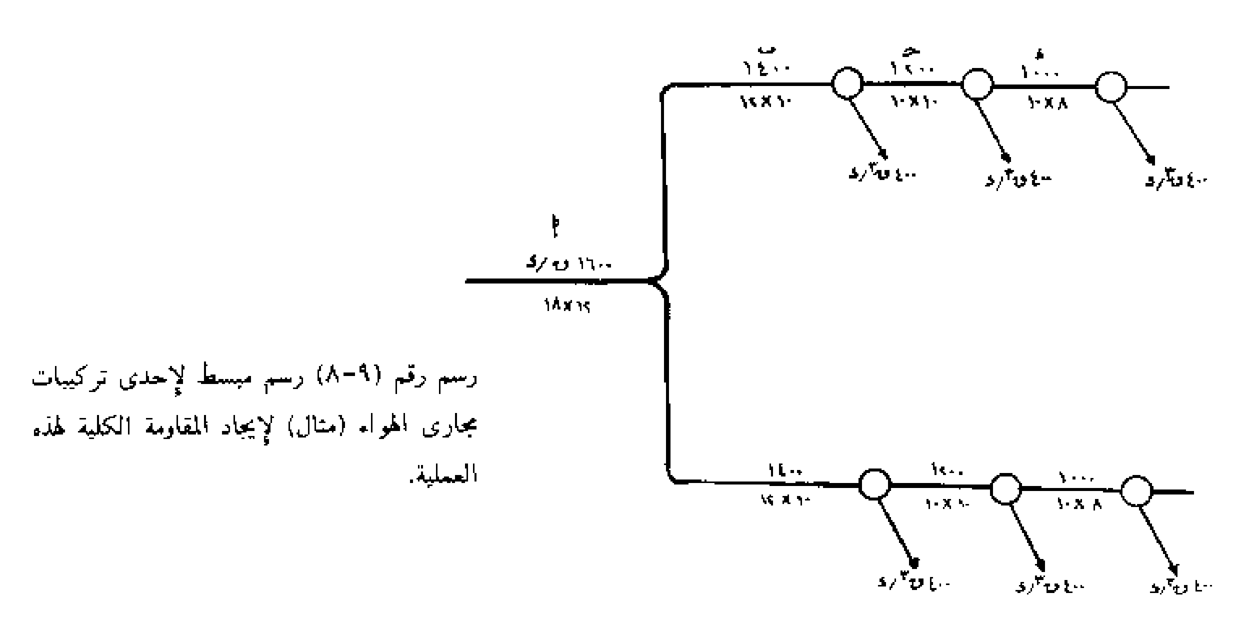
	الحالة	تدخل المجارى الموصلة بالمروحة	تخرج من المجارى الموصلة بالمروحة
		المعامل	المعامل
١١ - المجرى تخرج من أو تدخل حجرة تجميع الهواء. Duct Leaving or Entering Plenum Chamber	أركان مربعة	,٨٧	,٤٧
	أ = ٢٠° أو أقل	,٥	,١١
	أ = ٢٥°	,٦٦	,١٢
	أ = ٣٠°	,٨٠	,٢٥
	أركان نصف قطرية	......	,١٢

وبتتبع المثال الآتى يمكن بسهولة معرفة طريقة حساب مقدار المقاومة الكليـة لمجارى الهواء المختلفة :

مثال :

الرسم المبسط رقم (٩ – ٨) يبين إحدى تركيبات مجارى الهواء وموضح به سرعة الهواء فى الآقسام المختلفة منها وأبعاد مقطع كل قسم . هذا وطول القسم أ هو ٢٠ قدما والقسم ب هو ٤٠ قدما وكل من القسم جـ، د هو ٢٠ قدما. ومقدار الفقد فى الضغط لموزعات الهواء (حسب كتالوج الشركة الصانعة) هو ١٢٥,. بوصة مائية ومقدار معامل الفقد (م) لكل من الكوع ٢،١ = ٢,.

والمطلوب إيجاد المقاومة الكلية لتركيبات مجارى الهواء لهذه العملية.



رسم رقم (٩–٨) رسم مبسط لإحدى تركيبات مجارى الهواء (مثال) لإيجاد المقاومة الكلية لهذه العملية.

الحل :

مقدار المقاومة الكلية لتركيبات مجارى الهواء المبينة فى الرسم رقم (٩ – ٨) = مقدار الفقد بالاحتكاك للاقسام (ا + ب + حـ + د) + مقدار الفقد فى الضغط الديناميكى للكيان ٢،١ + مقدار الفقد فى الضغط لموزعات الهواء.

ويمكن إيجاد مقدار الفقد فى الضغط بالاحتكاك للأقسام ا،ب،جـ،د بالطريقة الآتية :

	ا	ب	جـ	د
القسم من المجرى	ا	ب	جـ	د
طول القسم من المجرى بالقدم	٢٠	٤٠	٢٠	٢٠
الفقد بالاحتكاك لكل ١٠٠ قدم (بوصة مائية)	٢٥,.	٢٥,.	٢,.	٢,.

وذلك من الخريطة رقم (٩ – ٦)

مقدار الفقد بالاحتكاك للقسم من المجرى (بوصة مائية)   ٠٥,   ١,   ٠٤,   ٠٤,

مقدار الفقد بالاحتكاك للأقسام ا، ب، حـ، د = ٠٥, + ١, + ٠٤, + ٠٤, = ٢٣, بوصة مائية

مقدار الفقد فى الضغط الديناميكى للكوع (١) حسب المعادلة ف

$$= م \times \left(\frac{س}{٤٠٠٥} \right)^{٢}$$

$$= ٢, \times \left(\frac{١٦٠٠}{٤٠٠٥} \right)^{٢} = ٠٣, \text{ بوصة مائية}$$

مقدار الفقد فى الضغط الديناميكى للكوع (٢) حسب المعادلة ف

$$= ٢, \times \left(\frac{١٤٠٠}{٤٠٠٥} \right)^{٢} = ٢٥, \text{ بوصة مائية}$$

مقدار المقاومة الكلية لتركيبات مجارى الهواء المبينة فى الرسم رقم (٩ – ٨).

= ٢٣, + ٠٣, + ٠٢٥, + ١٢٥, = ٤١٠, بوصة مائية

وعلى هذا يجب أن يكون مقدار الضغط عند مدخل الجارى الرئيسية ا هو ٤١, بوصة مائية وتختار المروحة التى تركب عند مدخل هذه المجارى الرئيسية ليس لتعطى كمية الهواء المطلوبة بهذا الضغط فقط، ولكن لكى تقاوم كذلك الفقد فى الضغط الذى ينشأ عن باقى الأجزاء الأخرى التى قد تكون مركبة فى مجارى الهواء كملفات التبريد والتسخين والمرشحات والتى يُعطى مقدار الفقد فى الضغط الناتج عنها بمعرفة الشركات الصانعة لها. وفى العادة يكون مقدار الضغط الاستاتيكى الذى تقدمه المراوح التى تركب فى أجهزة تكييف الهواء يتراوح ما بين ١, و ١,٥ بوصة مائية.

صناعة وطرق تركيب مجارى الهواء

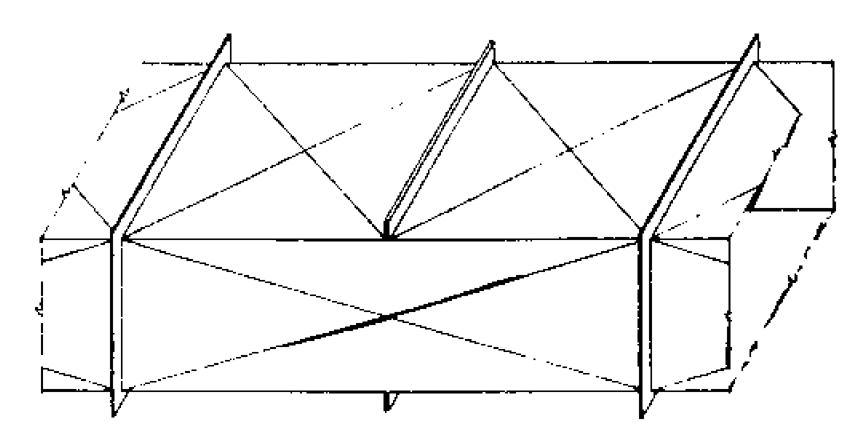
عادة تصنع مجارى الهواء من ألواح الصاج الجلفن، ومن الضرورى أن يكون سمك هذه الألواح كافيا لمنع حدوث إهتزاز أو انتفاخ فجائى بها (Buckling) عند تغير ضغط الهواء المار بها وذلك عندما تبتدئ مروحة جهاز التكييف فى الدوران أو الوقوف. الجدول رقم (٣) يبين مقاس ألواح الصاج التى تستعمل لأحجام مجارى الهواء المختلفة ذات المقطع المستطيل بالبوصة، والجدول رقم (٤) يبين مقاس ألواح الصاج المجلفن التى تستعمل فى صناعة مجارى الهواء بالمليمتر. وهذه المجارى تكون مقواة بطريقة التقفيع بالتصليب (Cross Broken) كما هو ظاهر بالسم رقم (٩ – ٩). وفى حالة عدم استعمال طريقة التقوية هذه، فإن ألواح الصاج التالية فى المقاس يجب أنْ تستعمل . وعند ما يكون عرض مجارى الهواء المستعملة أكبر من ٦٠ بوصة فإن دسر توصيل (Seams) هذه المجارى يجب أن تقوى بزوايا الحديد كما هو مبين بالسم رقم (٩ – ٩) وذلك بالإضافة إلى عملية التقوية بطريقة التصنيع بالتصليب السابق ذكرها وذلك لمنع حدوث اهتزاز أو انحناء بها.

جدول رقم (٣) مقاس ألواح الصاج المجلفن بالبوصة التى تستعمل فى صناعة مجارى الهواء المقواه بطريقة التتصنيع بالتصليب

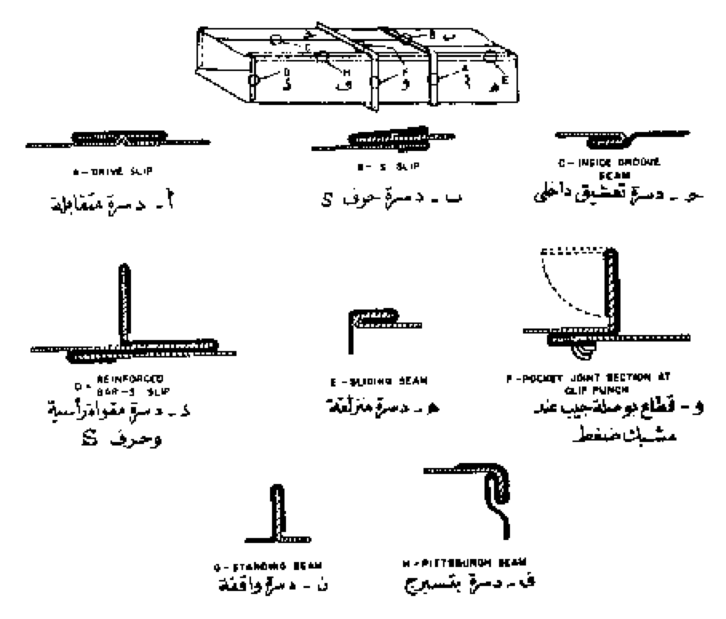
رقم مقاس ألواح الصاج (US – [illegible])	سمك الألواح بالبوصة	عرض المجرى بالبوصة	عرض الدسرة بالبوصة	أبعاد الزوايا الحديد التى تقوى الدسرة بالبوصة
٢٦	,٠١٧٩	حتى ١٨	......	......
٢٤	,٠٢٣٩	من ١٩ إلى ٣٠	١	......
٢٢	,٠٢٩٩	٣١ – ٤٨	١	......
٢٢	,٠٢٩٩	٤٩ – ٦٠	١,٥	١ ٣/٨ × ١/٨
٢٠	,٠٣٥٩	٦١ – ١١٨	١,٥	١ ٣/٨ × ١/٨
١٨	,٠٤٧٨	١١٩ وأكبر	١,٥	١ ٣/٨ × ٣/٨

جدول رقم (٤) مقاس ألواح الصاج الجلفن بالملليمتر التى تستعمل فى صناعة مجارى الهواء

عرض مجرى الهواء (بالملليمتر)	سمك ألواح الصاج (بالملليمتر)
حتى ٥٠٠	,٦٢
٥٥٠ حتى ٩٠٠	,٧٥
٩٥٠ حتى ١٢٥٠	,٨٧
١٠٠٠ حتى ١٨٠٠	١
أكبر من ١٨٥٠	١,٢٥



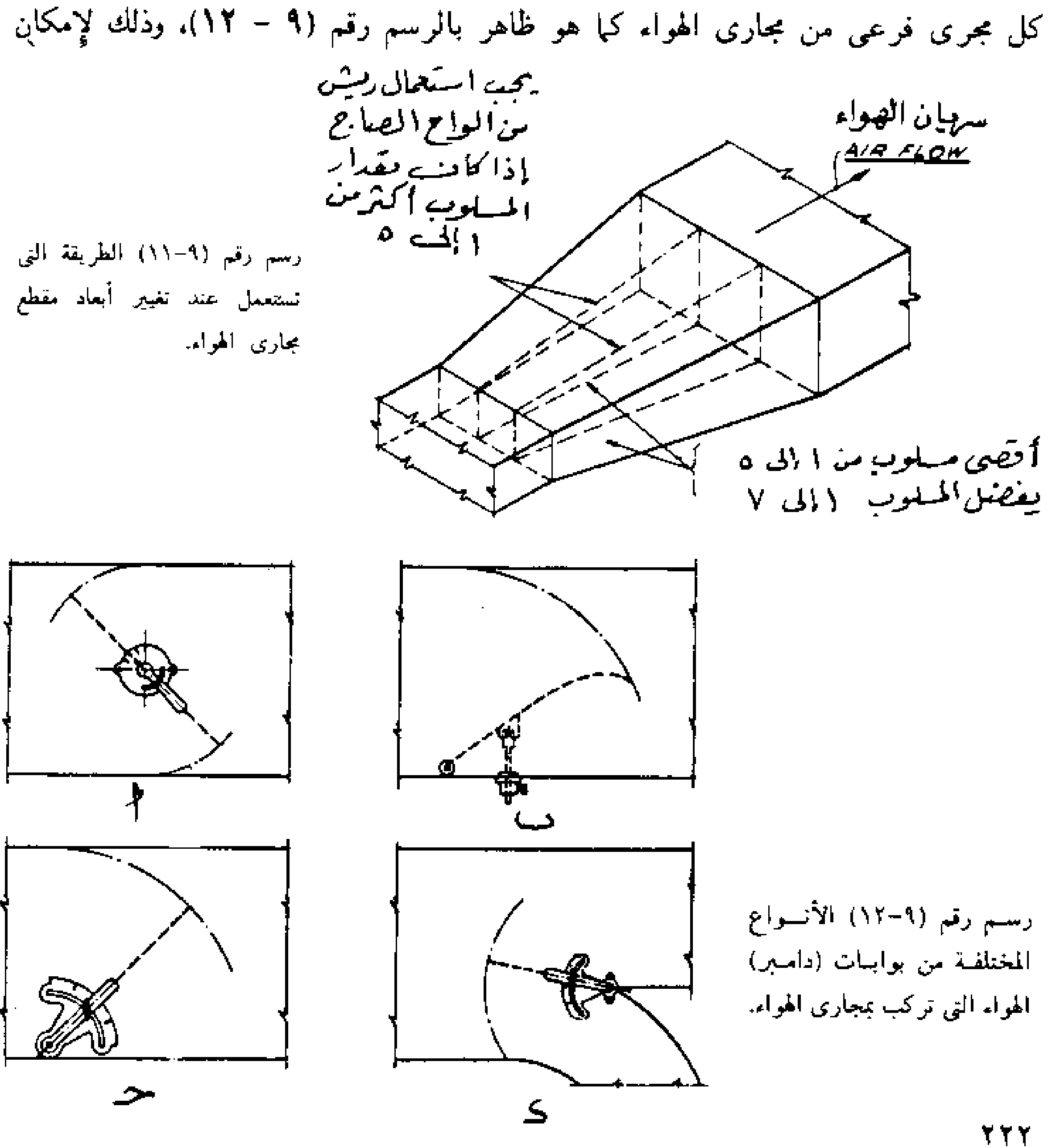
رسم رقم (٩-٩) طريقة تقوية مجارى الهواء بالتقفيع بالتصليب.



رسم رقم (٩-١٠) الأشكال المختلفة للدسر التى تستعمل لربط الأقسام التى تتركب منها مجـ ، الهواء.

هذا وتربط وتوصل ألواح الصاج المجلفن ببعضها التى تصنع منها مجارى الهواء بطريقة عمل الدُسر (Seams)، وكذلك التى تستعمل فى ربط الأقسام التى تتركب منها مجارى الهواء حيث تعمل هذه الدُسر بالأشكال الظاهرة بالرسم رقم (٩ - ١٠). هذا وتستعمل مع جميع أنواع الدُسر التى تعمل بألواح الصاج التى مقاسها أكبر من ٢٤ مسامير البرشام أو مسامير الصاج لتساعد فى ربطها.

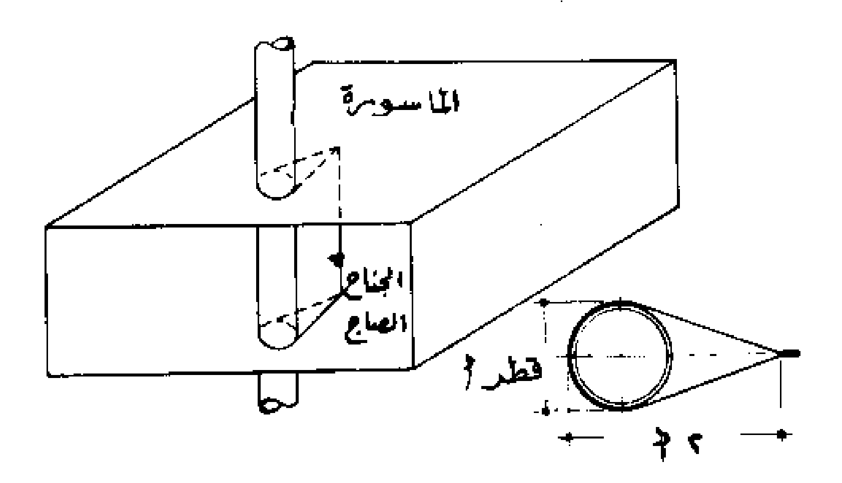
وفى حالة الاحتياج الى تغيير أبعاد مقطع مجارى الهواء، فإنه يجب أن يتم ذلك بالتدريج بقدر الإمكان. وعلى العموم يجب أن لا يكون مقدار الزيادة أو التخفيض فى ارتفـاع أو عرض المجرى أكثر من بوصة واحدة لكل سبع بوصات من طولها كما يظهر ذلك بالرسم رقم (٩ - ١١). هذا ويلزم تركيب بوابات (دامبر) تقسيم (Splitter Dampers) عند مخرج كل مجرى فرعى من مجارى الهواء كما هو ظاهر بالرسم رقم (٩ - ١٢)، وذلك لإمكان



رسم رقم (٩-١١) الطريقة التى تستعمل عند تغيير أبعاد مقطع مجارى الهواء.

رسم رقم (٩-١٢) الأنــواع المختلفــة من بوابـات (دامـبر) الهواء التى تركب بمجارى الهواء.

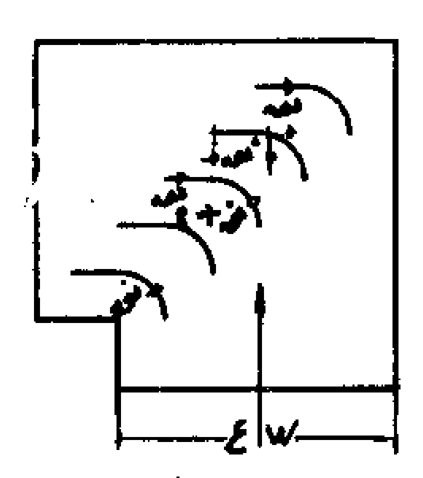
تنظيم كمية الهواء الصحيحة التي يجب أن تمر داخل هذه المجاري الفرعية، وفى نفس الوقت لتساعد فى منع زيادة سرعة الهواء فى هذه المجارى التى يترتب عنها حدوث أصوات تنتقل بسهولة عن طريق هذه المجارى الفرعية. وفى حالة ما تكون مجارى الهواء قد صممت على أساس حساب حجمها بطريقة السرعة (Velocity Method)، فإنه يجب تركيب بوابات هواء (دامبر) حجم (Volume Dampers) تتحكم فى كمية الهواء التى تمر داخل مجارى الهواء المغذية والراجعة. هذا وتوجد ثلاثة أنواع من هذه البوابات (دامبر) تستعمل فى هذا الغرض. فالنوع الأول منها يسمى (دامبر الفراشة - Butterfly Damper) يظهر شكله فى الرسم رقم (٩ - ١٢أ) والنوع الثانى يسمى (الدامبر الضاغط - Squeeze Damper) يظهر شكله بالرسم رقم (٩ - ١٢ب)، والنوع الثالث يسمى (الدامبرذو اللسان - Flap Damper) يظهر شكله بالرسم رقم (٩ - ١٢جـ). ويضبط وضع هذه البوابات (دامبر) بعد إتمام تركيب المجارى وتشغيل مروحة جهاز تكييف الهواء (يرجع إلى الفصل الخاص بعمل توازن لعملية توزيع الهواء من كتابى النواحى العملية الحديثة فى التبريد وتكييف الهواء - الناشر دار المعارف). وفى حالة ما إذا كان من الضرورى أن يمر داخل أى جزء من المجارى ماسورة أو حاجز مثلا، فإن حجم هذه المجارى يجب أن لا يزيد إذا شغلت هذه الماسورة أو الحاجز أكثر من ١٠٪ من مساحة مقطع المجرى. وعلى العموم يجب أن تحاط الماسورة أو الحاجز بجناح من الصاج (Easement) كما هو ظاهر بالرسم رقم (٩ - ١٣) ليعمل على تخفيض مقدار الفقد الديناميكى الذى يحدث من احتكاك الهواء اثناء مروره على هذه الماسورة أو الحاجز، داخل مجارى الهواء.

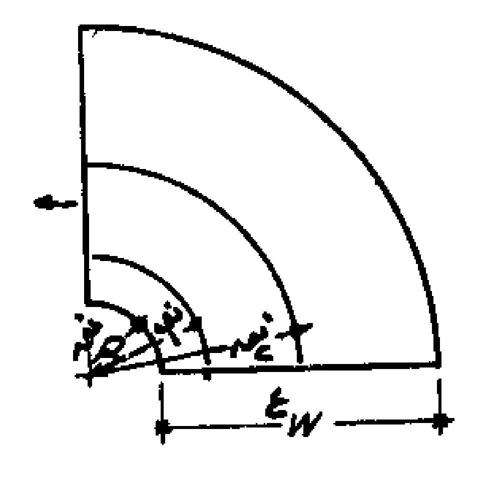


رسم رقم (٩-١٣) اذا شغلت ماسورة أكثر من ١٠٪ من مساحة مقطع المجرى، فإنها تحاط بجناح من الصاج.

ومن المعروف أنه يوجد ثلاثة أنواع من الكيعان (Elbows) تستعمل فى تركيبات مجارى الهواء، فالنوع الأول منها هو النوع الذى نسبة نصف قطره $\frac{1}{2}$ ١ أو أكثر ويعرف بالكوع ذى النصف قطر الكامل (Full Radius Elbow) وهو كالنوع الظاهر فى الحالة رقم (١) بالجدول رقم (٢). والنوع الثانى من الكيعان هو الذى نسبة نصف قطره أقل من ١/٢^١ ويعرف بالكوع ذى النصف قطر القصير (Short Radius Elbow) وهو كالنوع الظاهر فى الحالة رقم (٢) بالجدول رقم (٢). والنوع الثالث من الكيعان هو ذو المقطع المربع (Square Elbow) وهو كالنوع الظاهر فى الحالة رقم (٣) بالجدول رقم (٢). هذا والنوع الثانى والثالث من هذه الكيعان يُسبب حدوث فقد ديناميكى كبير للهواء أثناء مروره بداخلها. ولعلاج هذه الحالة يُوصى بتركيب ريشتين أو ثلاث ريش (Turning Vanes) بداخل النوع الثانى من هذه الكيعان كما هو موضح فى الحالة رقم (٤) بالجدول رقم (٢)، وكذلك مجموعة من ريش التوجيه (Turning Blades) داخل النوع الثالث من هذه الكيعان كما هو موضح فى الحالة رقم (٥) بالجدول رقم (٢).

ومن الرسم رقم (٩ - ١٤) يمكن أن نرى الطريقة البسيطة التى يمكن اتباعها لتحديد ابعاد وضع هذه الريش داخل الكيعان من النوع الثانى والثالث.





رسم رقم (٩-١٤) تحديد أبعاد وضع الريش داخل الكيعان ذات المقطع المربع، وذات المقطع المستدير.

تصميم الريش داخل الكيعان ذات النصف قطر القصير

نق١ = نق + ½ ع

نق١ = نق + ½ ع

مثال ع = ٢٤ بوصة نق = ٦ بوصة.

نق١ = نق + $\frac{٢٤}{٦}$ = ١٠ بوصة

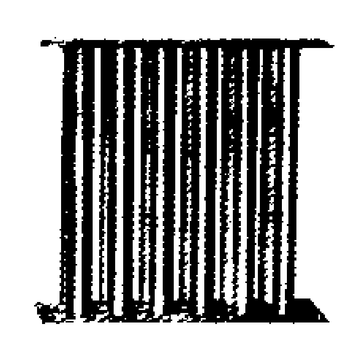
نق١ = نق + $\frac{٢٤}{٢}$ = ١٨ بوصة

ع	نق
أقل من ٢٤ بوصة	٣
٢٤ بوصة أو أكثر	٥

تصميم الريش الموجهة التى تركب داخل الأكواع المربعة

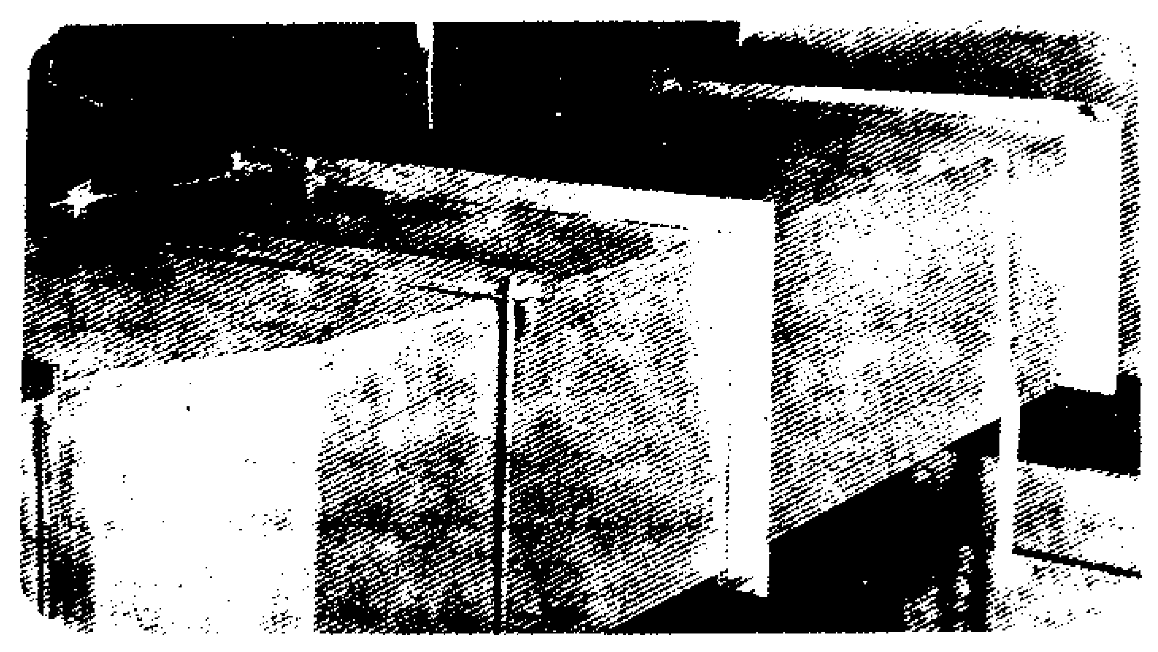
يقسم عرض المجرى (ع) إلى عدد متساو من الأقسام بحيث لايزيد عددها عن الأقسام الموضحة بالجدول ويستعمل البعد الناتج (نق) كنصف قطر وكبعد لنهاية الريش مثال: مجرى هواء عرضها (ع) = ٦٤ بوصة لهذا يستعمل عدد (١٠) مسافات (نق) = ٤,٦ بوصة

هذا وتقوم بعض الشركات بإنتاج مجموعة ريش التوجيه التى تركب داخل الكيعان ذات المقطع المربع بالشكل الذى يظهر بالرسم رقم (٩ - ١٥)، حيث تمتاز عن الأنواع الأخرى بأن ريشيها مزدوجة التركيب مما يساعد على عدم تغيير سرعة الهواء أثناء مروره عليها وبالتالى عدم حدوث صوت نتيجة لذلك.



رسم رقم (٩-١٥) مجموعة ريش التوجيه التى تركب داخل الكيعان ذات المقطع المربع والتى تقوم بإنتاجها الشركات المتخصصة.

هذا وتعلق مجارى الهواء الصغيرة الحجم التى يبلغ عرضها حتى ٣٠ بوصة مباشرة بواسطة أحزمة من الصاج مقاس ٢٠ بوصة ويجب أن يبعد كل حزام عن الآخر بمقدار من ٤ إلى ٦ قدم، أما مجارى الهواء المتوسطة والكبيرة فنظرا لأنها قد تنحنى عند تعليقها بمثل هذه الأحزمة، فإنها يجب أن تعلق من أسفلها بواسطة شيالات خاصة تصنع من أسياخ وزوايا من الحديد بالطريقة الظاهرة بالرسم رقم (٩ - ١٦). ويجب أن تبعد كل شيالة من هذه الشيالات عن الأخرى فى حالة المجارى المتوسطة الحجم من ٥ إلى ٦ قدم، أما فى حالة المجارى الكبيرة فيكون هذا البعد من ٣ إلى ٤ قدم.



رسم رقم (٩-١٦) طريقة تعليق مجارى الهواء المتوسطة والكبيرة الحجم.

وتوصل مجارى الهواء بجهاز تكييف الهواء أو القسم الذى يشتمل على المروحة بواسطة وصلات مرنة (Flexible Connections) تصنع من قماش المشمع المشبع بالمطاط السميك يظهر شكلها ومكان تركيبها بالرسم رقم (٩ - ١٧)، وذلك لمنع انتقال صوت المروحة إلى المجارى وأهتزازها.



رسم رقم (٩-١٧) طريقة توصيل مجارى الهواء بجهاز تكييف الهواء بواسطة وصلة مرنة.

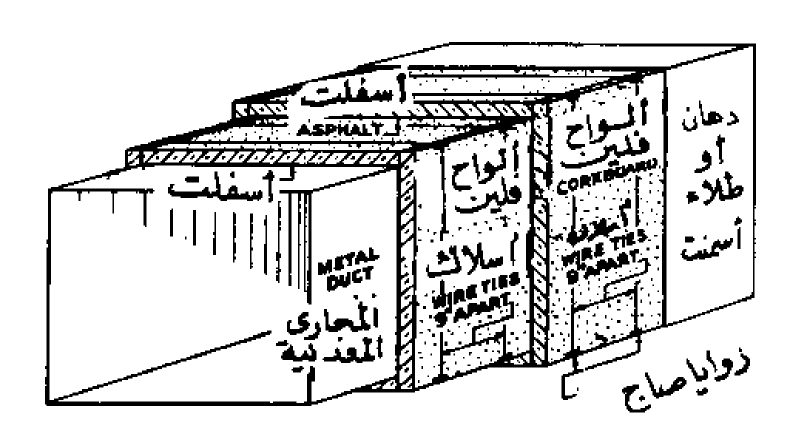
وعادة تعزل مجارى الهواء من الخارج لمنع انتقال الحرارة من الخارج إلى الهواء المار بداخلها أو فقد الحرارة من الهواء المار بداخلها إلى الخارج وذلك عند مرور هذه المجارى داخل أماكن تكون درجة حرارتها مرتفعة أو منخفضة نسبيا. وبالإضافة إلى ذلك فإن هذا العزل يمنع كذلك حدوث تكاثف الرطوبة الذى قد ينشأ على سطح مجارى الهواء التى يمر بداخلها الهواء البارد جدا.

ولقد ثبت من التجارب أنه عندما يكون الفرق بين درجة حرارة الهواء المار داخل مجارى الهواء والخارج يتراوح ما بين ١٥ و ٢٠°ف، فإنه يلزم عزل هذا المجارى بطبقة عازلة مناسبة من النوع الجيد بسمك واحد بوصة. وإذا زاد مقدار الفرق فى درجة الحرارة عن ذلك فإنه يلزم عزلها بطبقة عازلة من النوع المناسب الجيد بسمك يتراوح ما بين $\frac{١}{٢}$ ١ و٢ بوصة.

هذا ومن أحسن المواد العازلة التى تستعمل فى عزل مجارى الهواء ألواح الفلين ووسائد النسيج الزجاجى وألواح البولى ستيرين المتمدد (Expanded polystyrene).

وقبل تركيب ألواح الفلين أو ألواح البولى ستيرين المتمدد يلزم أولا تنظيف سطح المجارى من الخارج جيدا ثم تقطع بعد ذلك الألواح بالمقاسات المناسبة وتغطس ألواح الفلين فى الأسفلت الساخن وتلصق مباشرة على السطح الخارجي فى الوقت الذى يكون فيه الأسفلت ما زال ساخنا، أما الواح البولى ستيرين المتمدد فتلصق بمادة لاصقة خاصة. وتربط الألواح بعد لصقها بواسطة أسلاك وذلك بعد وضع زوايا من الصاج فى الأركان التى يلف حولها سلك الرباط وبحيث يبعد كل رباط عن الآخر بمقدار ٩ بوصة. وفى حالة لصق أكثر من طبقة واحدة من ألواح المادة العازلة فإنه تتبع نفس الطريقة التى قد اتبعت أثناء لصق الطبقة الأولى.

وطريقة لصق ألواح المادة العازلة بالأسفلت تستعمل فقط فى حالة ما يكون الهواء المار داخل المجارى درجة حرارته لا ترتفع عن ٨٠°ف، أما إذا زادت عن ذلك فإنه تستعمل مواد لاصقة خاصة بدلا من الأسفلت لمثل هذه الحالة. وبعد لصق ألواح المادة العازلة تدهن بطبقة أو طبقتين من الأسفلت الساخن وبعد ذلك بدهان الألـومنيم أو تبطن بـطبقة من الإسمنت وذلك بعد تركيب شبكة من السلك الممدد (Expanded Metal) وذلك فى حالة ما تكون هذه المجارى ظاهرة. أما إذا كانت مختفيه خلف حوائط أو أسقف فإنه لا يكون هناك داع لدهنها بالألومنيوم أو تبطينها بطبقة من الإسمنت. الرسم رقم (٩ - ١٨) يبين خطوات عزل أحدى مجارى الهواء باستعمال الواح الفلين، بينما الرسم رقم (٩ - ١٩) يبين طريقة تبطين المجارى بطبقة من الإسمنت فوق شبكة السلك الممدد.

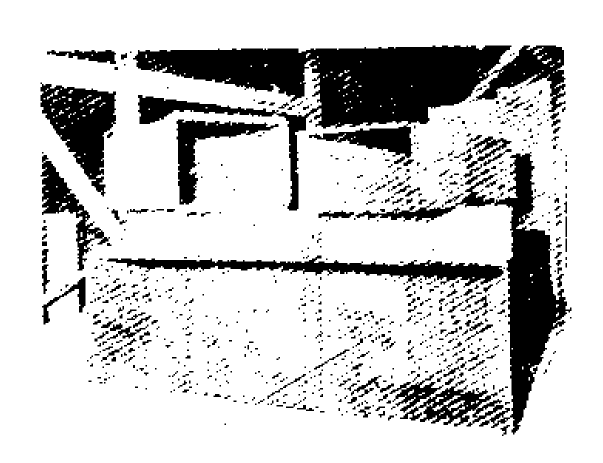


رسم رقم (٩-١٨) خطوات عزل مجارى الهواء باستعمال ألواح الفلين.



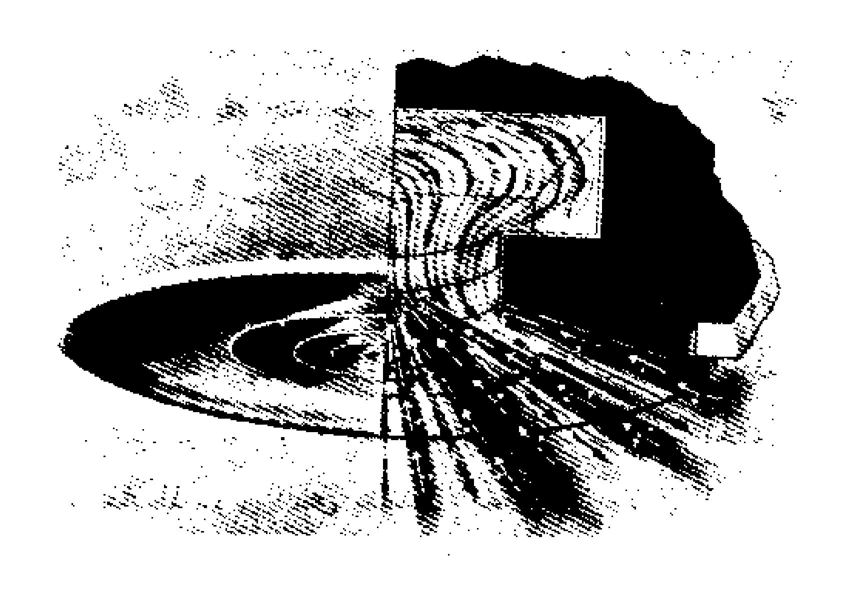
رسم رقم (٩-١٩) تبطين مجارى الهواء بطبقة من الإسمنت فوق شبكة السلك الممدد

هذا وفى بعض الأحيان تركب طبقة من المادة العازلة للصوت داخل مجارى الهواء لمنع انتقال الصوت عن طريق هذه المجارى، وفى العادة تكون هذه المادة مانعة أيضا لا نتقال الحرارة. وفى حالة تركيبها داخل مجارى الهواء فإنه يُستغنى بذلك عن عملية عزل المجارى من الخارج. الرسم رقم (٩ - ٢٠) يبين بعض أجزاء من مجارى الهواء مبطنة من الداخل بألواح من المادة العازلة للصوت.



رسم رقم (٩-٢٠) تبطين أجزاء من مجارى الهواء من الداخل بألواح من المادة العازلة للصوت.

الفصل العاشر



توزيع الهواء داخل الأماكن المكيّفة الهواء

توزيع الهواء داخل الأماكن المكيّفة الهواء

تعتبر عملية توزيع الهواء داخل الأماكن المكيفة الهواء من أهم العمليات التى يتوقف عليها نجاح عملية التكييف بأكملها. فمثلاً إذا كانت وحدة التبريد المركبة بهذه الأماكن ذات سعة كافية وتعمل بنظام، وكذلك كانت ملفّات التبريد المركبة معها. وفى نفس الوقت كانت مروحة جهاز التكييف تدفع الكمية المطلوبة من الهواء داخل تركيبات مجارى الهواء المصمّمة والمصنوعة بطريقة صحيحة، ولكن كانت بعد ذلك طريقة توزيع الهواء داخل الأماكن المكيفة غير صحيحة فإن ذلك وحده يكون سببًا فى عدم نجاح عملية تكييف الهواء بأكملها. فإذا أردنا ضمان الحصول على عملية تكييف هواء منتظمة يجب أن يوّزع الهواء البارد داخل الأماكن المكيفة بحيث يخلط مع هواء المكان الدافئ ويوزع داخل هذا المكان بطريقة مناسبة صحيحة لا يتسبّب عنها حدوث أية تيارات هوائية باردة. وبالإضافة إلى ذلك فإن هذا الهواء يجب أن يوّزع كذلك بالطريقة التى نضمن بها الحصول على درجة حرارة واحدة منتظمة عند المستوى الذى يشغله الإنسان الموجود فى المكان (Occupied Zone)، وهذا المستوى يكون أعلى من أرضية الغرفة بمقدار ٦ أقدام. ويجب أن تكون كذلك سرعة الهواء داخل هذه الأماكن منخفضة بدرجة كافية لا يتسبّب عنها شعور الإنسان بأية تيارات هوائية ضارة.

ونظرًا لأن الهواء البارد يكون دائمًا أثقل من الهواء الدافئ، فأنه يسقط مباشرة إلى أسفل ناحية أرضية المكان. فإذا خرج مثلاً هذا الهواء البارد مباشرة من فتحة موجودة بالقرب من سقف المكان فإنه يسقط مباشرة إلى أسفل وبدون أن يخلط مع هواء الغرفة الدافئ ويتسبب فى حدوث تيارات هوائية باردة غير مريحة ويحدث ذلك حتى ولو كانت سرعة خروجه من هذه الفتحة منخفضة. أما إذا خرج هذا الهواء البارد من هذه الفتحة بسرعة عالية، فإنه يصطدم بالحائط المقابل ويتسبب عن ذلك أيضًا حدوث تيارات هوائية باردة غير مريحة.

لهذا يجب أن تركب بهذه الفتحات التى يخرج منها الهواء البارد إلى داخل هذه الأماكن موّزعات هواء خاصة يلزم لاختيار النوع المناسب منها مراعاة النقط الآتية:

١ - يجب أن يكون حجم هذه الموزعات مناسباً لتوزع عن طريقها كمية الهواء المطلوبة، وبحيث لا تزيد سرعة الهواء عند خروجه منها عن السرعات المبينة بالجدول الآتى رقم (١) بالنسبة للأماكن المختلفة الاستعمال وأن لا تزيد سرعته عن ٤٠٠ قدم فى الدقيقة عند مروره على الشبك (جريلات) المركب فى فتحات الهواء الراجع.

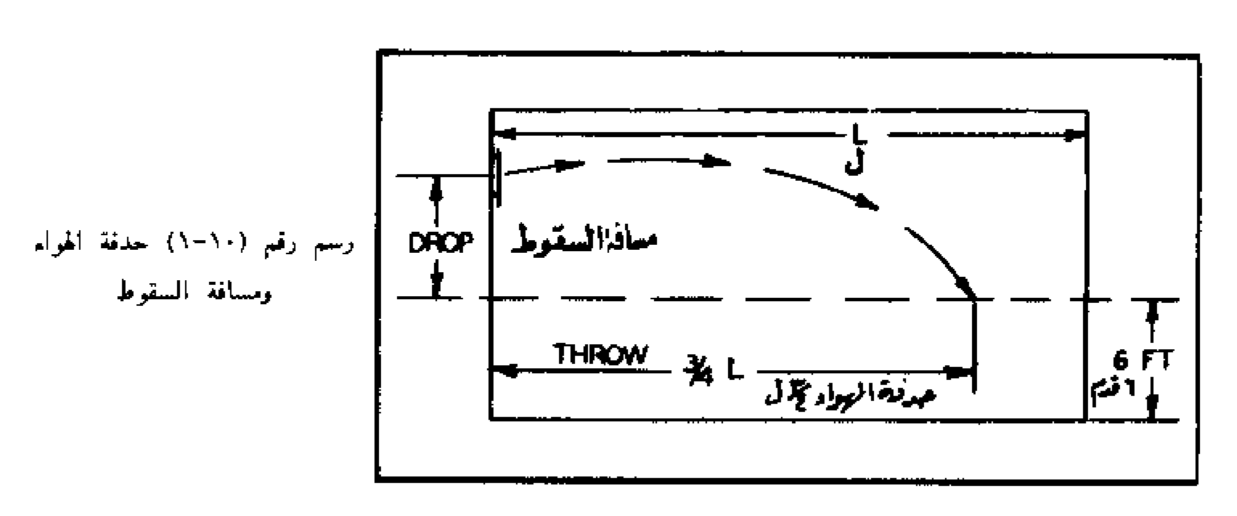
جدول رقم (١) سرعة الهواء القصوى عند خروجه من موزعات الهواء بالنسبة للأماكن المختلفة الاستعمال

الأماكن المركب بها موزعات الهواء	مكتبات، استديوهات، إذاعة وتليفزيون، غرف العمليات الجراحية	مساكن إقامة، غرف نوم بالفنادق، غرف المستشفيات، مكاتب خاصة	مصارف، مسارح، قهاوى، مدارس، مطاعم، محلات تجارية، مكاتب عامة، مبانى عامة	مطابخ، مصانع، مخازن
سرعة الهواء القصوى عند خروجه من موزعات الهواء	٥٠٠ قدم/الدقيقة	٧٥٠ قدم/الدقيقة	١٠٠٠ قدم/الدقيقة	١٥٠٠ قدم/الدقيقة

٢ - يجب أن لا يزيد مقدار الفقد فى الضغط لموزعات الهواء التى تركّب عن ٠.٢٥ بوصة مائية لكل موزع هواء.

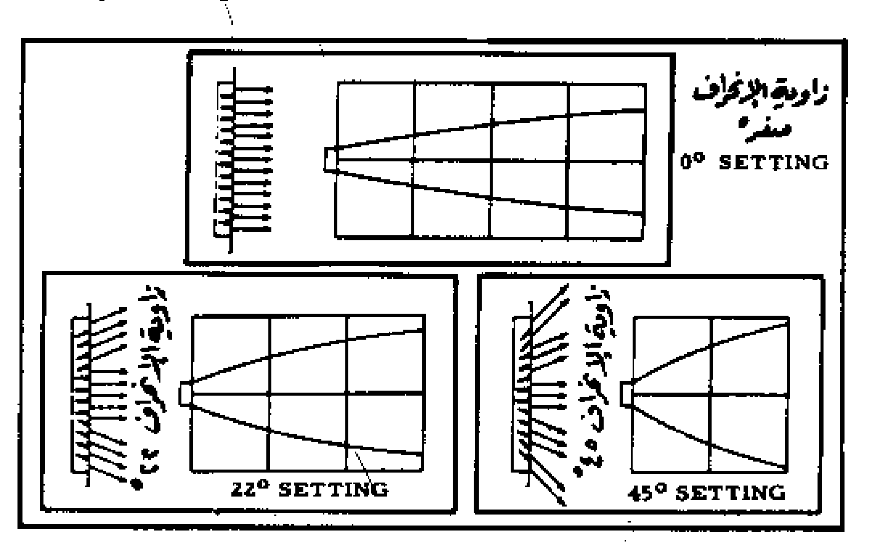
٣ - لجعل الهواء البارد الذى يخرج من موزعات الهواء يخلط جيدًا مع هواء المكان يجب أن يوجه بطريقة خاصة تضمن توزيعه داخل المكان بطريقة منتظمة. فأذا كانت حدفة الهواء (Throw) طويلة جدًّا فإن الهواء قد يصطدم بالحائط المقابل ويرتدّ مسبّبًا حدوث تيارات هوائية ضارّة. أما إذا كانت حدفة الهواء قصيرة فإنه يسقط إلى المستوى الذى يشغله الإنسان الموجود فى المكان مسبّباً حدوث تيارات هوائية كذلك. ولهذا يُوصى بأن تكون حدفة الهواء مساوية تقريبًا لـ $\frac{٣}{٤}$ المسافة ما بين فتحة خروج الهواء حتى الحائط المقابل كما هو مبين بالرسم رقم (١٠ - ١). وتعتبر نهاية حدفة الهواء هى النقطة التى عندها تكون سرعة الهواء قد انخفضت حتى وصلت إلى ٥٠ قدم فى الدقيقة.

٤ - يطلق على المسافة التى يسقط فيها الهواء حتى يصل إلى نهاية حدفته والتى تنخفض عن مستوى فتحة خروج الهواء «مسافة السقوط - Drop» كما هو مبين أيضًا بالرسم رقم (١٠ - ١). ويجب أن لا تكون هذه المسافة كبيرة بدرجة يصل فيها الهواء إلى المستوى الذى يشغله الإنسان قبل أن تصل حدفته إلى نهايتها؛ ولهذا أيضًا يجب أن يكون ارتفاع فتحة خروج الهواء فى الحوائط العالية مساوياً تقريبًا لارتفاع ٦ أقدام مضافاً إليها مسافة السقوط. ويجب كذلك أن لا تركب فتحات خروج الهواء فى أماكن تكون قريبة جدًّا من سقف المكان حتى لا تتراكم الأتربة والأوساخ على السقف بالقرب من مكان تركيب هذه الفتحات ولهذا السبب فإنه يُوصى بتركيب موزعات الهواء على بعد لا يقلّ عن قدم واحد أسفل سقف المكان.



رسم رقم (١٠-١) حدفة الهواء ومسافة السقوط

٥ - يطلق على الزاوية الجانبية التى ينتشر فيها الهواء بعد خروجه من موزعات الهواء «زاوية الانحراف - Angle of Deflection» التى يوضحها الرسم رقم (١٠ - ٢). ومقدار هذا الانحراف له علاقة كبيرة فى تحديد مقدار الفقد فى الضغط لموزعات الهواء ومقدار حدفة



رسم رقم (١٠-٢) زاوية الإنحراف

الهواء الخارج منها وكذلك مسافة سقوطه. وهذا ويمكن بسهولة ضبط مقدار زاوية انحراف الهواء الخارج من موزعات الهواء فى مكان تركيبها وذلك باستعمال موزعات الهواء من النوع الذى يمكن ضبط اتجاه ريشه.

٦ - نظرًا لأن مقدار الصوت الذى ينشأ عن مرور تيار الهواء عند خروجه من موزعات الهواء يتناسب مع سرعته، لهذا يجب أن لا تزيد سرع الهواء عند خروجه منها عن السرعات الموضحة بالجدول السابق رقم (١)، وبذلك نضمن عدم حدوث أصوات مسموعة عند خروج الهواء من موزعات تكون مصنوعة ومصممة بطريقة صحيحة.

٧ - يجب أن يكون شكل موزعات الهواء التى تركب فى الأماكن المختلفة متمشيًا مع شكل البناء ومنظر (ديكور) المكان.

هذا وتوجد أنواع وأشكال مختلفة كثيرة من موزعات الهواء، فإذا اخترنا الأنواع المناسبة منها لكل مكان، وقمنا بتركيبها بالطرق الصحيحة فإننا بذلك نضمن الحصول على عملية توزيع هواء منتظمة داخل الأماكن المكيفة. وفيما يلى سنقدم وصفًا لأهم هذه الأنواع الشائعة الاستعمال.

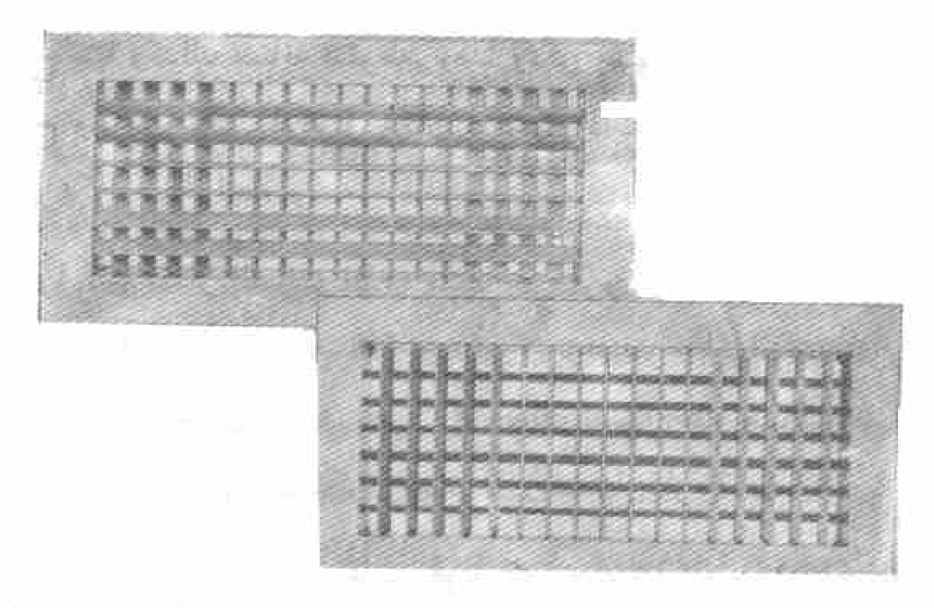
١ - موزعات الهواء ذات الريش (Grilles and Registers):

يوجد نوعان أساسيان من موزعات الهواء ذات الريش، فالنوع الأوّل منها يشتمل على مجموعة من الريش إمّا أن تكون ثابتة أو يمكن ضبط زوايا انحرافها ويطلق على هذا النوع من موزعات الهواء الشبكية ذات الريش - («Grilles») والنوع الثانى يشتمل على مجموعة من الريش الأمامية التى يمكن ضبط زوايا انحرافها وخلفها مجموعة أخرى من الريش يمكن أيضًا ضبط زوايا انحرافها بواسطة تحريك هذه الريش المتقابلة ويُطلق على هذا النوع (رجستر ذو البوابات (دامبر) المتقابلة

Adjustable Deflection Register with Opposed Blade Damper)

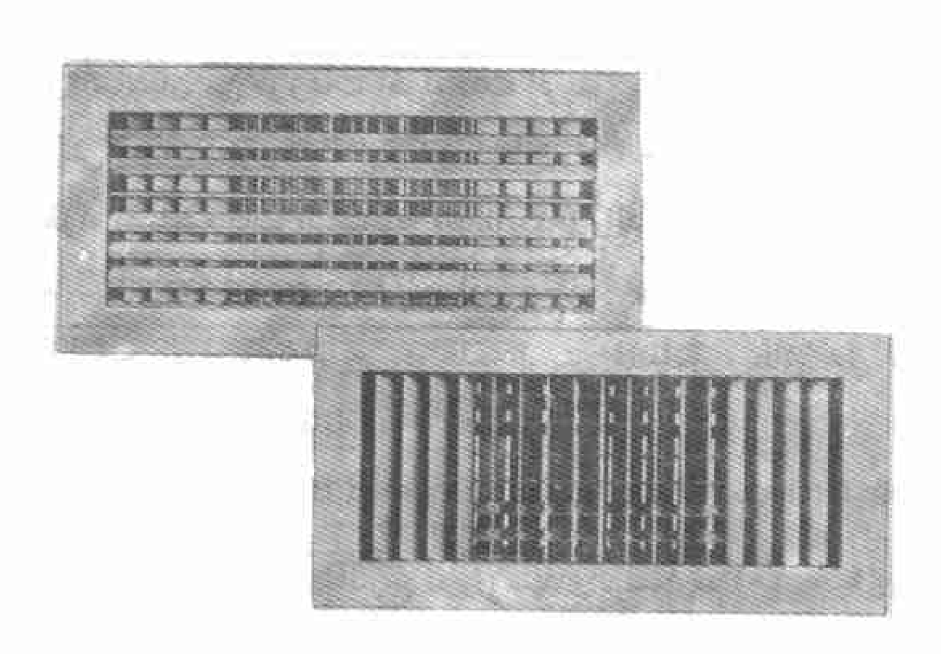
هذا والرسم رقم (١٠ - ٣) يبيّن النوع الأوّل منها، والرسم رقم (١٠ - ٤) يبيّن النوع الثانى منها.

هذا ويمكن أن يركب خلف أى طراز من موزعات الهواء ذات الريش السابق ذكرها

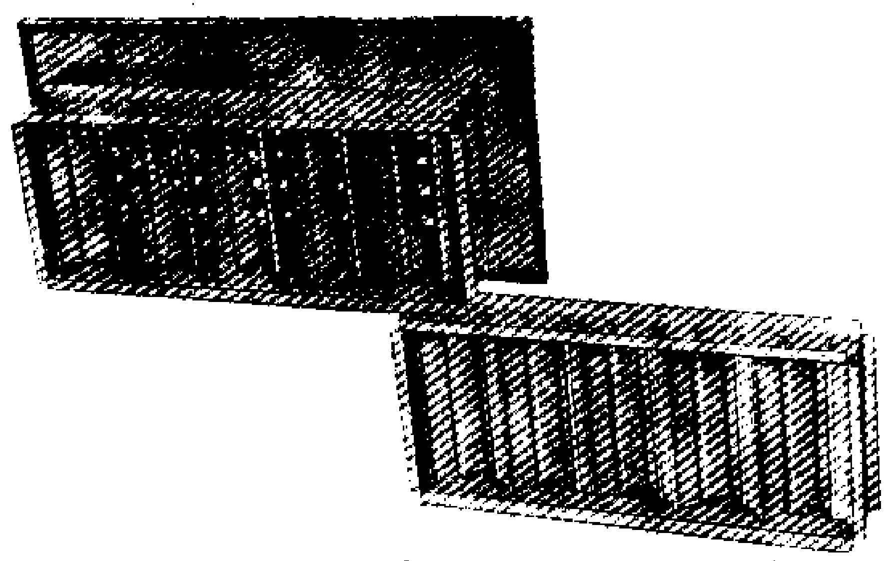


رسم رقم (١٠-٣) موزعات الهواء ذات الريش (جريل) التى يمكن ضبط زوايا إنحرافها.

منـــظم حجم (Opposed Acting Volume Controller) يـظهـــر شكله بـالـــرسم رقم (١٠ - ١٤) يشتمل على مجموعة من الريش تتحرك فى اتجاه معاكس لبعضهـا فى نفس الوقت بحيث لا تقفل فى وضع مستوى تمامًا ولكنها تقفل بزاوية قدرها ٤٥° وبذلك تُتيح تنظيم كمية حجم الهواء التى تخرج من الموزع إلى أقل مقدار ممكن، مما يسهّل أيضًا إجراء عملية التوازن (Balancing) لتركيبات الهواء.

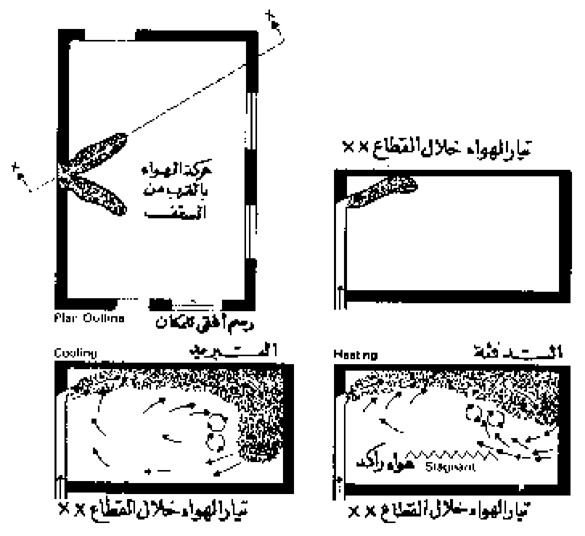


رسم رقم (١٠-٤) موزعات الهواء ذات
بوابات (دامبر) الهواء المتقابلة (رجستر)



رسم رقم (١٠-٤أ) منظم الحجم الذى يركب خلف أى طراز من موزعات الهواء ذات الريش

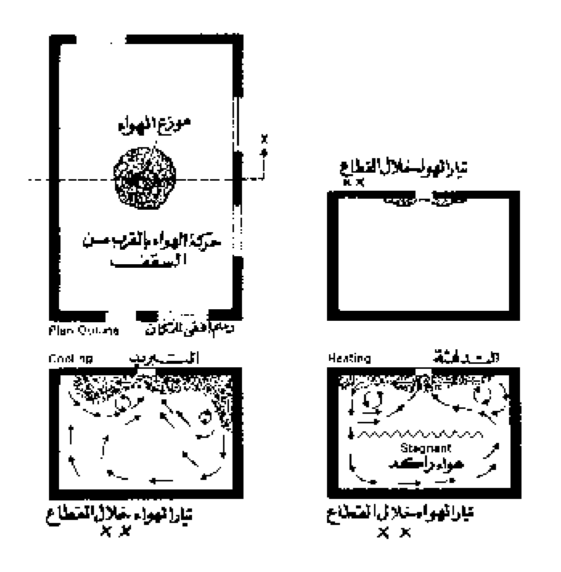
وعادة يركب هذا الطراز من الموزعات فى أعلى الحوائط عل ارتفاع قدره ٧ أقدام من أرضية المكن أو أكثر كما هو موضح بالرسم رقم (١٠ - ٥) والهواء المكيّف الذى يخرج من هذه الموزعات عند تركيبها بهذا الشكل يخلط مع هواء المكـان عند مستـوى أعلى من المستوى الذى يشغله الإنسان. لهذا السبب فإن طريقة تركيب الموزعات بهذا الشكل تفضل للاستعمال فى كل من عملية التبريد والتدفئة، وذلك لأن الهواء الخارج منها لا يتعارض مع موضع الأثاث الذى يكون موجودًا داخل المكان، كما أن مقدار حدفة الهواء ودرجة انتشاره عند خروجه من هذه الموزعات عند تركيبها بهذا الوضع يكون جيدًا جدًّا بالإضافة إلى عدم حدوث أية تيارات هوائية ضارّة داخل المكان.



رسم رقم (١٠-٥) شكل حركة الهواء الذى يخرج من موزعات الهواء التى تركب بأعلى الحوائط أثناء كل من عملية التبريد والتدفئة.

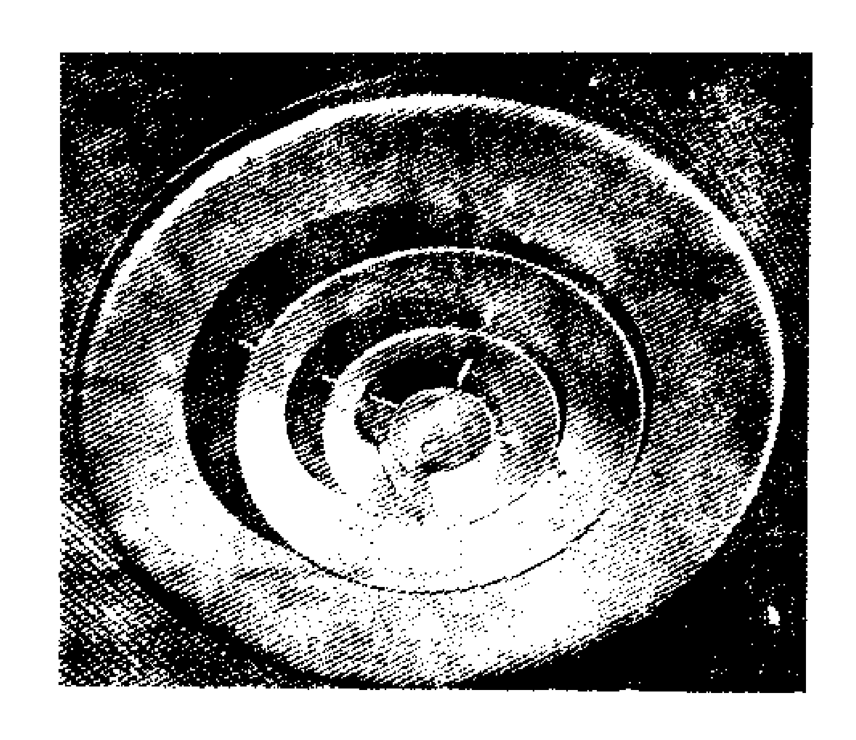
٢ - موزعات الهواء التى تركّب بالسقف (Ceiling Diffusers):

توجد أشكال وأنواع مختلفة من موزعات الهواء التى يمكن تركيبها بالسقف حيث يوزع الهواء الذى يخرج منها بالطريقة المبينة بالرسم المبسط رقم (١٠ - ٦).

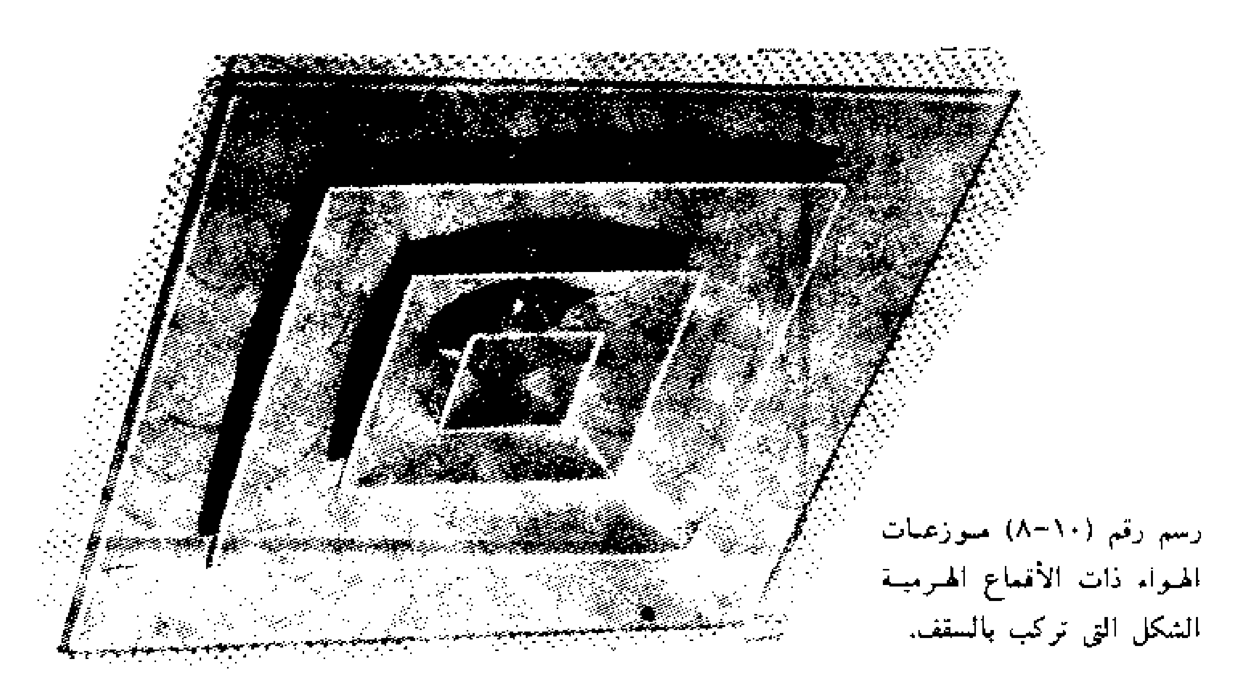


رسم رقم (١٠-٦) شكل حركة الهواء الذى يخرج من موزعات الهواء التى تركب بالسقف اثناء كل من عملية التبريد والتدفئة.

والنوع الشائع الاستعمال من موزعات الهواء التى تركب بالسقف يتركب إمّا من مجموعة من الحلقات الدائرية يظهر شكلها بالرسم رقم (١٠ - ٧) أو مجموعة من الأقماع

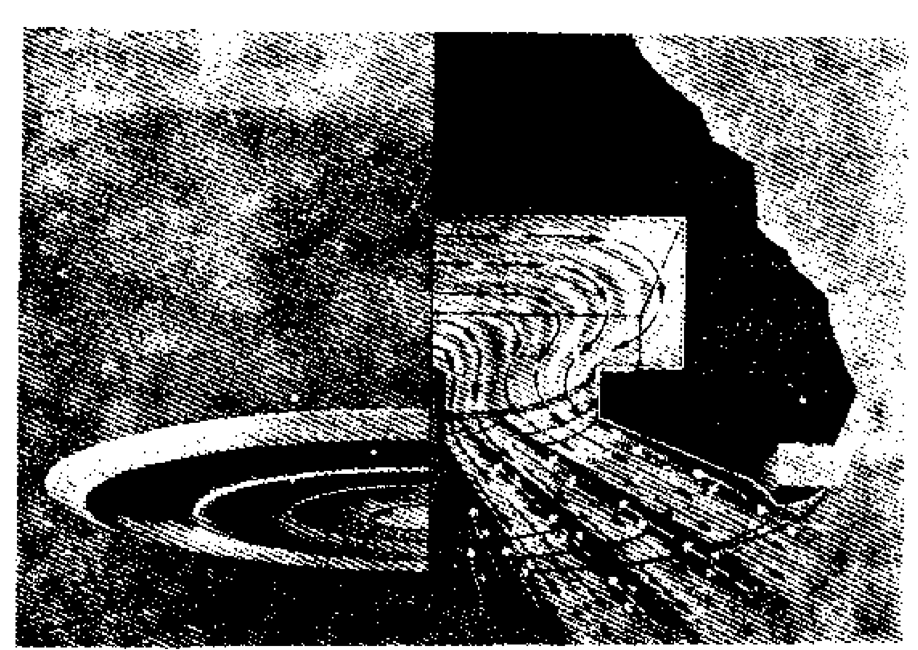


رسم رقم (١٠-٧) موزعات الهواء ذات الحلقات الدائرية التى تركب بالسقف

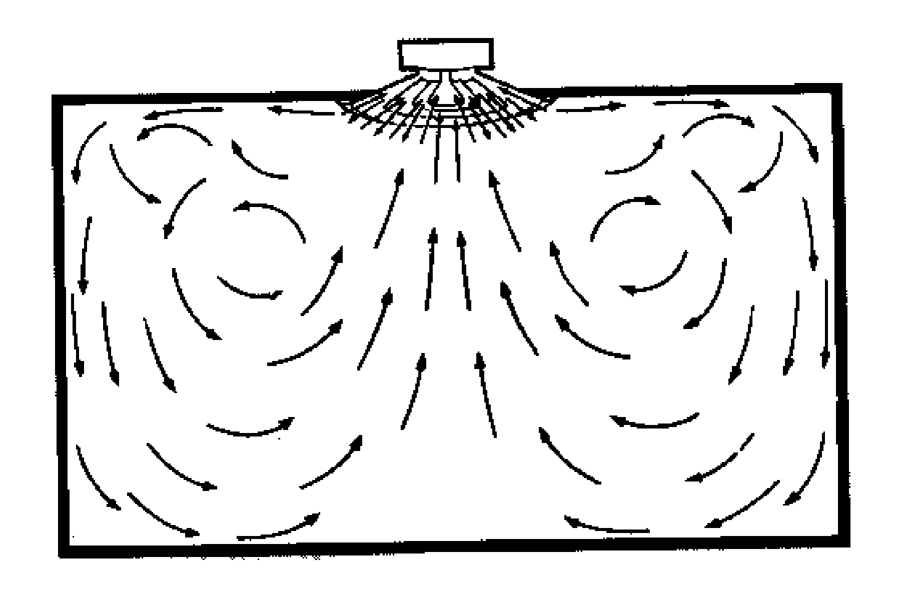


رسم رقم (١٠-٨) موزعات الهواء ذات الأقماع الهرمية الشكل التى تركب بالسقف.

الهرمية الشكل يظهر شكلها بالرسم رقم (١٠ - ٨). وبتركيب هذا النوع من الموزعات فى الأماكن المختلفة يمكن عن طريقها إدخال كميات كبيرة من الهواء إلى هذه الأماكن وتكون كذلك سرعة الهواء الذى يخرج منها عالية نسبيًّا مع عدم حدوث تيارات هوائية ضارّة داخل هذه الأماكن؛ وذلك لأن الحلقات الدائرية أو الأقماع الهرمية الشكل تعمل على سحب هواء المكان وتخلطه مع الهواء الخارج من هذا النوع من الموزعات كما هو موضح بالرسم رقم (١٠ - ٩) فيتحرك داخل المكان بدرجة أكبر من الدرجة التى يتحرك بها عند خروجه من



رسم رقم (١٠-٩) طريقة خلط هواء المكان مع الهواء المكيف الخارج من الموزع
(الأسهم البيضاء تبين هواء المكان، والأسهم السوداء تبين الهواء المخلوط)



رسم رقم (١٠-١٠) طريقة توزيع الهواء المكيف وسحبه لهواء المكان ثم خلطه مع الهواء المكيف داخل موزعات الهواء التى تشتمل على مجموعة من الحلقات الدائرية أو مجموعة من الأقماع الهرمية.

الأنواع الأخرى من الموزعات كما يوضح ذلك الرسم رقم (١٠ - ١٠) وعلى هذا تكون كذلك حدفة الهواء الخارج من هذه الموزعات أقصر من حدفة الهواء الخارج من الموزعات الأخرى التى تركب فى السقف والتى تشتمل على قرص أو لوح مربع مسطح. هذا ويوجد نوع آخر من هذه الموزعات يشتمل على ستّ (٦) حلقات دائرية أو هرمية الشكل. الثلاث الخارجية منها تقوم بتوزيع الهواء المكيّف داخل المكان وتوصل بمجارى تغذية الهواء المكيّف، بينما الثلاث الأخرى الداخلية تسحب الهواء المكيّف الراجع من داخل المكان وتوصل بمجارى الهواء الراجع، والرسم رقم (١٠ - ١١) يبيّن طريقة تركيب هذا النوع من موزعات الهواء مع كلٍ من مجارى هواء التغذية ومجارى الهواء الراجع.



رسم رقم (١٠-١١) طريقة تركيب موزعات الهواء التى توزع الهواء المكيف وتسحب الهواء الراجع من المكان بكل من مجارى هواء التغذية والهواء الراجع.

موجّهات التعادل (Equalizing Deflectors):

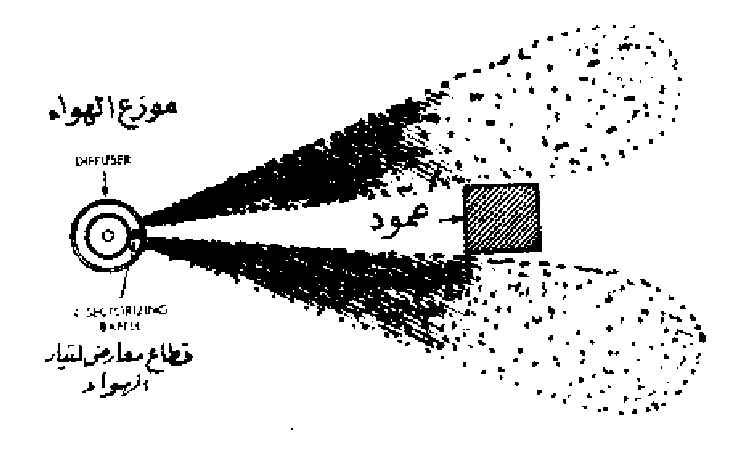
لمنع خروج الهواء من الموزعات التي تركّب بالسقف من جانب واحـد، يلزم تركيب موجهات التعادل عند مأخذ عنق مخرج كل موزع هواء. هذا ويجب تركيب هذه الموجهات بحيث يكون السطح العلوى منها مساوياً للسطح الأسفل من مجارى الهواء كما هو مبيّن بالرسم رقم (١٠ - ١٢).



رسم رقم (١٠-١٢) مكان تركيب موجهات التعادل بالنسبة لمجارى الهواء وموزعات الهواء

القطاعات المعارضة لتيار الهواء الخارج من الموزعات (Air Sectorizing Baffles):

عندما تحتّم الظروف تركيب موزعات الهواء التى تركب بالسقف بالقرب من حوائط أو أعمدة كبيرة أو كمرات، فإنها تعترض الهواء الخارج منها والذى يرتدّ فى هذه الحالة عندما يصطدم بها مسبّبًا حدوث تيارات هوائية ضارّة داخل المكان. وتحدث مثل هذه الحالة عندما يكون من الضرورى تركيب اثنين من موزعات الهواء بالقرب من بعضهما بدرجة غير عادية كما سنرى ذلك فيما بعد، حيث يتصادم الهواء الخارج منهما محدثًا دوّامات هوائية ضارّة داخل المكان المركبة به. فلمنع حدوث هذه التيارات ودوّامات الهواء الضارّة فى مثل هذه الحالات، يركب بالموزعات فى الناحية المواجهة منها للحوائط أو الأعمدة واحد أو أكثر من القطاعات المعارضة لتيار الهواء، وبذلك نمنع تيار الهواء الخارج منها من الاصطدام بها كما هو موضح بالرسم رقم (١٠ - ١٣).

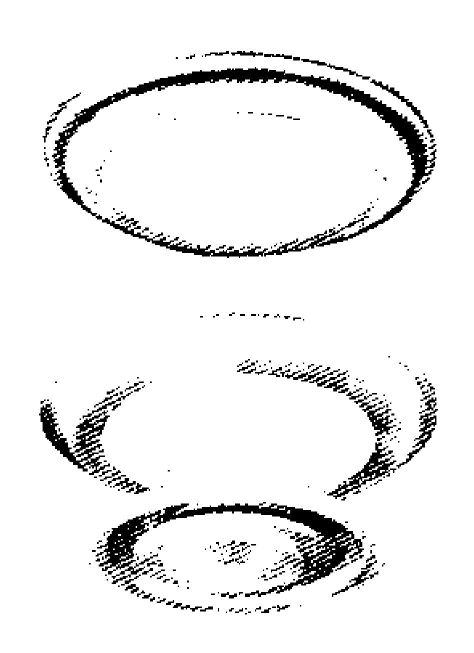


رسم رقم (١٠-١٣) فائدة تركيب القطاعت المعارضة لتيار الهواء بالموزعات المركبة بالقرب من الأعمدة.

الحلقات أو البراويز التى تركب مع موزّعات الهواء لوقاية السقف.

(Air Smudge Rings and Frames):

عندما يخرج الهواء من الموزعات فإن بعضًا منه يحتكّ بالسقف وبعد مرور مدّة تظهر آثار هذا الاحتكاك بشكل كشط أو أوساخ (Smudge) بـالسقف حول مكـان تركيب هـذه الموزعات نتيجة لذلك. ولهذا يوصى بتركيب حلقات أو براويز خاصة يظهر شكلها بالرسم رقم (١٠ - ١٤) بالسقف مباشرة مع موزعات الهواء. وهذه الحلقات أو البراويز تعمل فى نفس الوقت كحلية للموزعات المركبة معها تتمشّى مع شكل وديكور السقف.

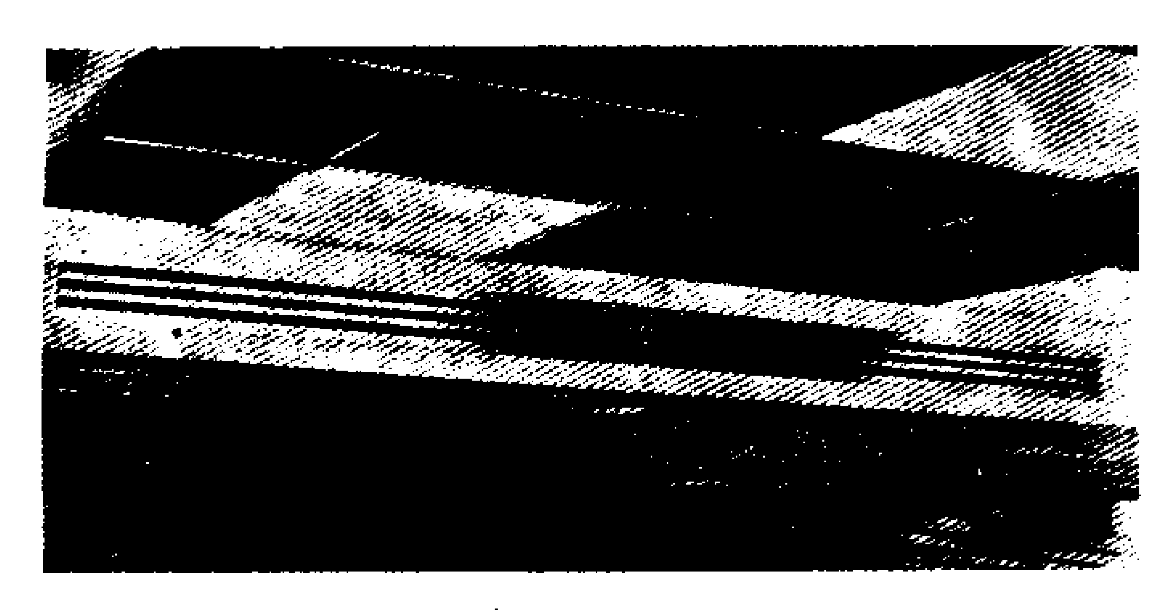


رسم رقم (١٠-١٤) الحلقات التى تركب مع موزعات الهواء لوقاية السقف من الأوساخ.

موزّعات الهواء التى تركب بالسقف أو الحوائط الجانبية ذات الخط المستطيل:

:(Straight Line Air Diffusers)

توجد أنواع حديثة من موزعات الهواء التى تركّب بالسقف أو الحوائط الجانبية تصنع بشكل وحدات مستطيلة يظهر شكلها بالرسم رقم (١٠-١٥). هـذا ويمكن تركيب هـذه الوحدات بحيث تكون كلّ وحدة منفصلة عن الأخرى كما هو موضّح بالرسم، أو متصلة ببعضها بشكل خطوط مستقيمة. وعادة تصنع هذه الموزعات بشكل وحدات بأطوال مختلفة تتراوح ما بين ١٨ و ٧٢ بوصة.

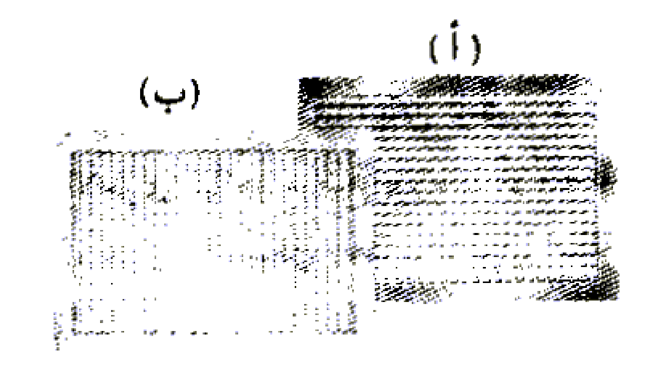


رسم رقم (١٠-١٥) موزعات الهواء التى تركب بالسقف أو الحوائط الجانبية ذات الخط المستطيل.

شبك الهواء الراجع (Return Grilles And Registers):

تركب فى فتحات مجارى الهواء الراجع الموجود بالأماكن المختلفة المكيّفة الهواء شبك خاص يشبه إلى حدٍّ ما فى تركيبه موزعات الهواء ذات الريش التى تركب فى فتحات مجارى هواء التغذية، ولكن تصميمها أبسط منها كثيرًا نظرًا لأنها لاتتحكم فى عملية توزيع الهواء المكيّف فى المكان المركبة به كموزّعات الهواء. هذا ويوجد نوعان أساسيان من شبك الهواء الراجع. النوع الأوّل منها الذى يسمى بشبك الهواء الراجع ذى الريش الثابتة (Return Grilles) يشتمل على مجموعة من الريش إمّا تركّب به أفقية متجهة إلى أسفـل بزاويـة

تتراوح ما بين ٢٢° و ٣٥° وذلك لتحجب المنظر الداخلى لمجارى الهواء الراجع الذى يمكن رؤيته من فتحاتها التى قد تكون موجودة بالأماكن المكيفة الهـواء، أو تركب رأسيـة به، والرسم رقم (١٠-١٦) يبين شكل هذا الطراز من شبك الهواء الراجع.



رسم رقم (١٠-١٦)شبك (جريل) الهواء الراجع ذو الريش الثابتة الأفقية(أ)، والرأسية (ب).

والنوع الثانى الذى يسمى بشبك الهواء الراجع الذى يمكن التحكم فى كمية الهواء التى ترجع عن طريقة (Return Registers) يشتمل على مجموعة من الريش الثابتة كالنوع الأوّل تمامًا ولكن مركّب خلفها مجموعة من الريش (الأبواب) المتحركة (دآمبر – Damper Blades) يمكن بواسطة ضبطها التحكم فى كمية الهواء التى ترجع عن طريق هذا النوع من الشبك. والرسم رقم (١٠-١٧) يبين شكل هذا الطراز من شبك الهواء الراجع.



رسم رقم (١٠-١٧)شبك (جريل) الهواء الممكن التحكم فى كمية الهواء التى ترجع عن طريقه.

وعلاوة على قيام شبك الهواء الراجع بتغطية فتحات مجارى الهواء الراجع فى الأماكن المكيفة لإعطائها شكلًا مقبولًا إلّا أنها تعمل كذلك على عدم حدوث تيارات هواء ضارّة عند رجوع الهواء من الأماكن المكيفة إلى مجارى الهواء الراجع، كما تعمل كذلك على تخفيض صوت هذا الهواء عند دخوله فتحات مجارى الهواء الراجع. وفى العادة تتراوح سرعة الهواء الراجع عند مروره على شبك الهواء الراجع ما بين ٣٥٠ و ٤٠٠ قدم فى الدقيقة وذلك عندما يكون الأشخاص الموجودون داخل الأماكن المكيّفة جالسين بالقرب من هذا الشبك. هذا ويسمح بسرعة هواء أكبر حيث تتراوح ما بين ٥٠٠ و ٦٠٠ قدم فى الدقيقة عندما يكون

الأشخاص الموجودون داخل الأماكن المكيفة جالسين فى أماكن تبعد عن هذا الشبك بمسافة أكبر من ٥ أو ٦ أقدام. وفى حالة ما يكون هذا الشبك مركب فى أعلى الحوائط أو فى أماكن أخرى خارج الأماكن المكيّفة، فإنه يُسمح بسرعات هواء أكبر من ذلك مع مراعاة التقيّد بحدود الصوت المسموح بسماعه داخل هذه الأماكن. وفى جميع الحالات يجب ملاحظة أن تيّار الهواء الراجع داخل هذه الأماكن يجب أن لا تزيد سرعته عن ٥٠ قدمًا فى الدقيقة حتى لا تحدث تيارات هواء ضارّة. هذا ويمكن أن نحصل على سرعة الهواء هذه إذا احتفظنا بسرعات الهواء الراجع السابق ذكرها عند مروره على شبك الهواء الراجع. ويوصى باستعمال شبك الهواء الراجع من الطراز الممكن التحكم فى كمية الهواء التى ترجع عن طريقه بدلاً من الطراز ذى الريش الثابتة وذلك فى الحالات التى تحتاج إلى عمل موازنة (Balance) بين كميات الهواء الراجعة من فتحات مجارى الهواء الراجع الموجودة فى الأماكن المختلفة، إذا لم يكن مركبًا بهذه المجارى بوّابات (دامبر) خاصّة لإمكان القيام بهذه العملية.

ويستحسن دائمًا فى معظم الحالات تركيب شبك الهواء الراجع فى فتحات مجارى الهواء التى يُوصى بإجرائها فى الحوائط الجانبية الموجودة بالأماكن المكيّفة وذلك بالقرب من مستوى أرضية هذه الأماكن. هذا ويستغنى عن تركيب شبك الهواء الراجع فى حالة تركيب موزّعات هواء من النوع السابق ذكره الذى يركّب فى السقف، والذى يقوم فى نفس الوقت بتوزيع الهواء المكيّف داخل المكان وسحب الهواء الراجع من المكان إلى مجارى الهواء الراجع.

وبتركيب شبك الهواء الراجع فى الأماكن السابق ذكرها نضمن قيام الهواء المكيّف الخارج من الموزعات بعمل دورة كاملة وبسرعات هواء مناسبة مريحة داخل هذا الأماكن وذلك قبل رجوعه إلى مجارى الهواء الراجع.

طريقة اختيار النوع المناسب من موزعات الهواء:

لا توجد طريقة واحدة يمكن استعمالها لاختيار النوع المناسب من موزّعات الهواء، ولكن يلزم اتباع الخطوات المذكورة فى كتالوجات الشركات التى تقوم بصنع هذه الأنواع المختلفة من هذه الموزعات وذلك لاختيار النوع والحجم المناسب منها لكل حالة تركب بها.

إذ أن البيانات الفنية التى تقدّمها كل شركة بخصوص الأنواع المختلفة من موزّعات الهواء التى تصنعها تختلف عن البيانات الفنية التى تقدمها الشركات الأخرى عن منتجاتها من هذه الموزعات.

ولكن نظرًا لأن الطرق المختلفة التى تشرح الخطوات التى تتّبع لاختيار الأنواع المناسبة من موزعات الهواء والواردة بمعظم كتالوجات هذه الشركات تتّفق معظمها فى عدّة خطوات معينة؛ لذلك سنشرح فيما يلى هذه الخطوات ليسهل لنا بعد ذلك اتباع آية طريقة مذكورة فى أى كتالوج من كتالوجات هذه الشركات وذلك لاختيار الأنواع المناسبة من الموزعات التى تركب بالسقف.

١ - تُحدّد كمية الهواء الكلية اللازمة للمكان وذلك بعد حساب حمل التبريد والتدفئة الخاص بهذا المكان.

٢ - تُقسم مساحة السقف إلى عدد متساوٍ من المربعات بقدر الإمكان، بحيث يكون طول كل ضلع من أضلاع هذه المربعات لا يزيد عن ثلاثة أمثال ارتفاع سقف المكان. وفى حالة عدم إمكان تقسيم مساحة سقف المكان إلى عدد متساو من المربعات تقسّم إلى مستطيلات بحيث يجب أن يكون الضلع الأطول منها لا يزيد عن $1\frac{1}{2}$ مرة طول الضلع القصير.

بعد ذلك يوضع موزّع الهواء فى مركز كل مربع أو مستطيل، فإذا لم نتمكن من ذلك لأى سبب من الأسباب فإن المسافة من مركز موزّع الهواء إلى أحد أضلاع المربع أو المستطيل يجب أن لا تزيد عن $1\frac{1}{2}$ مرة المسافة بين مركز الموزع والضلع المقابل له الذى فى الناحية الأخرى.

ولإيجاد كمية الهواء التى تخرج من كل موزّع تقسم كمية الهواء الكلية التى تدخل المكان على عدد هذه المربعات أو المستطيلات.

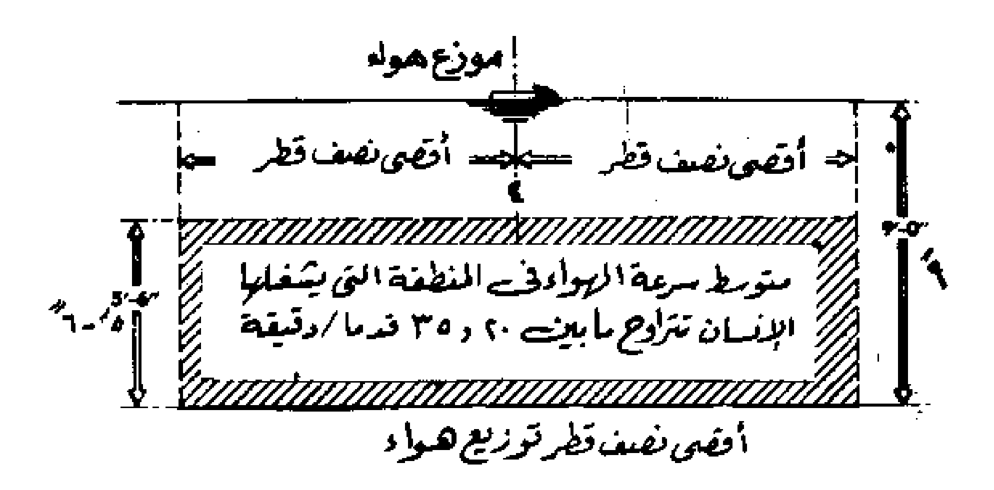
٣ - بعد تحديد كمية الهواء التى تخرج من كل موزّع يُحدّد مقدار مستوى الصوت المسموح به داخل المكان من الجدول رقم (٢).

٤ - بعد تحديد كمية الهواء التى تخرج من الموزّع وتحديد مقدار مستوى الصوت يمكن

معرفة النوع والحجم المناسب لهذا الموزّع من الجداول المختلفة الموجودة بكتالوجات الشركات التى تصنع هذه الموزعات.

نصف قطر توزيع الهواء (Radius of Diffusion):

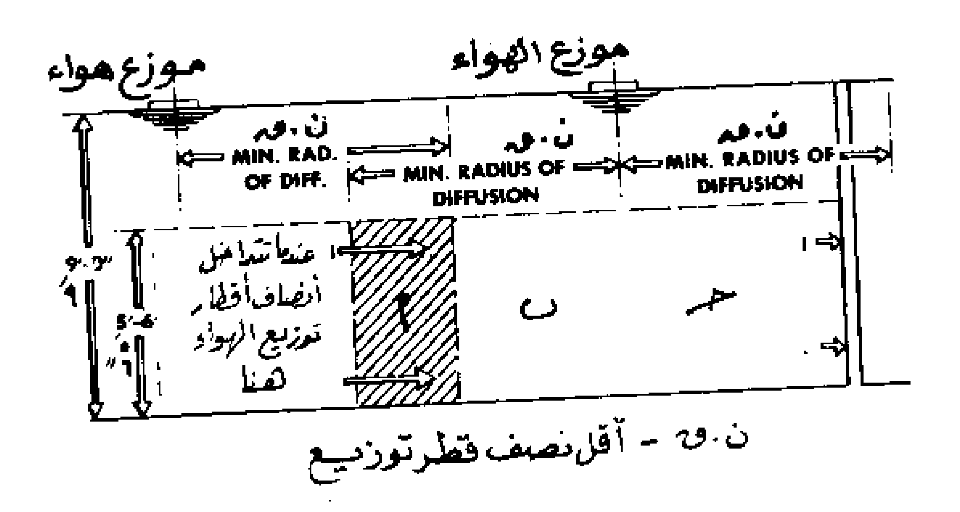
عندما تخرج كمية محدّدة من الهواء من أحد الموزعات فإن نهاية أنصاف أقطار توزيع الهواء القصوى «Maximum» والصغرى «Minimum» تحدّد المساحات القصوى والصغرى فى المكان التى يمكن أن يصل إليها الهواء الخارج من هذا الموزع. فإذا كان موزّع الهواء الذى يختار يمكنه أن يقوم بتوزيع الهواء الخارج منه حتى نهاية أو بالقرب من نهاية نصف قطر توزيع الهواء الأقصى، فإن كمية الهواء التى تخرج منه لكل قدم مكعب (عدد مرات تغيير الهواء بأكمله فى الساعة) تكون أقلها وتكون سرعة الهواء فى المنطقة التى يشغلها الإنسان تتراوح ما بين ٢٠ و ٣٥ قدمًا فى الدقيقة كما هو موضح بالرسم رقم (١٠-١٨) أمّا إذا كان



رسم رقم (١٠-١٨) طريقة توزيع الهواء الصحيحة بواسطة موزع هواء يمكنه ان يقوم بتوزيع الهواء الخارج منه حتى نهاية نصف قطر التوزيع الأقصى. وتكون سرعة الهواء فى هذه الحالة فى المنطقة التى يشغلها الإنسان تتراوح فى المتوسط ما بين ٢٠ و٣٥ قدما فى الدقيقة.

موزّع الهواء الذى يتّم اختياره يمكنه أن يقوم بتوزيع الهواء الخارج منه حتى نهاية أو بالقرب من نهاية نصف قطر توزيع الهواء الصغرى، فإن كمية الهواء التى تخرج منه لكل قدم مكعب (عدد مرات تغيير الهواء بأكمله فى الساعة) تكون أقصاها وتكون سرعة الهواء فى المنطقة التى يشغلها الإنسان تتراوح ما بين ٢٥ و ٥٠ قدمًا فى الدقيقة كما هو موضح أيضًا بالرسم

رقم (١٠-١٩). ونهاية نصف قطر توزيع الهواء الصغرى تحدّد وكذلك المساحة التى عندما يقع بداخلها حوائط أو أعمدة أو كمرات، فإنه تحدث تيارات هواء شديدة ضارّة داخل المكان إلاّ إذا قمنا بتخفيض سرعة تيار الهواء الخارج من الموزع بضبط ريش موجهات التعادل المركبة به أو نقوم بتركيب أحد القطاعات المعارضة لتيار الهواء بالموزّع كما سبق أن شرحنا ذلك.



رسم رقم (١٠-١٩) يوضح هذا الرسم موزع هواء يمكنه أن يقوم بتوزيع الهواء الخارج منه حتى نهاية نصف قطر التوزيع الأصغر وفى هذه الحالة عندما:

١ - تتداخل أنصاف أقطار موزعات الهواء المركبة فى المكان، فإنها تتحدث تيارات هواء شديدة فى المنطقة التى تتداخل فيها أنصاف الأقطار المبينة فى الرسم عند (١) (المنطقة المهشرة).

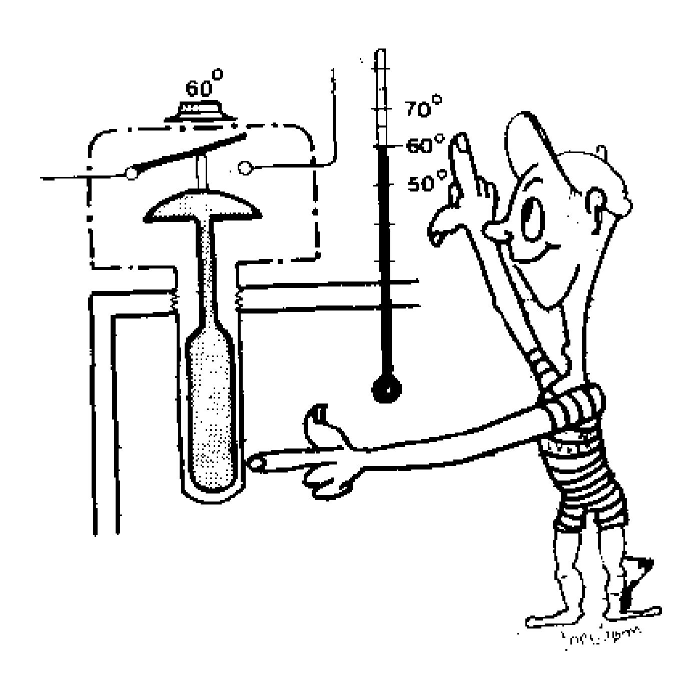
٢ - عندما يعترض الهواء الخارج من الموزع حائط أو عمود، فإنه يسبب حدوث تيارات هواء شديدة عند (جـ).

٣ - وتكون سرعة الهواء فى هذه الحالة فى المنطقة التى يشغلها الأنسان فى المكان عند (ب) تتراوح ما بين ٢٥ و ٥٠ قدما فى الدقيقة.

جدول رقم (٢) مستوى الصوت المسموح به داخل الأماكن المختلفة (NC) (ديسبل)

نوع المكان	أقل	أقصى
مصرف (بنك)	٣٥	٥٠
استديو إذاعة	٢٠	٣٠
مسجد أو كنيسة	٢٥	٤٠
سينما	٣٠	٤٠
غرفة حساب آلي (كمبيوتر)	٤٠	٦٠
قاعة كونشرتو	٢٠	٣٠
غرفة اجتماعات	٢٥	٣٥
محل تجارى	٤٠	٥٥
مصنع (صناعات خفيفة)	٥٥	٧٠
مصنع (صناعات ثقيلة)	٥٥	٨٠
مستشفى (غرف خاصة)	٢٥	٤٠
مستشفى (جناح)	٣٠	٤٥
فندق - غرفة أو جناح	٢٥	٤٥
مكتبة	٣٠	٤٠
مكتب - عام	٣٥	٥٥
مكتب - خاص	٣٠	٤٠
مطعم	٣٥	٤٠
غرفة دراسة بالمدرسة	٣٠	٤٠
محل - صغير	٤٠	٥٠
محل - كبير	٥٠	٥٥
مسرح	٢٥	٣٥

الفصل الحادى عشر



منظّمات تكييف الهواء

منظّمات تكييف الهواء

إنّ كتابة فصل واحد فى كتاب مثل هذا عن منظّمات تكييف الهواء (Airconditioning Contols) لايكفى لشرح هذه المنظمات شرحًا وافيًا إذ أنها كثيرة الأنـواع والأشكال وأصبحت ذات أهمية كبرى فى وقتنا هذا وذلك بالنسبة لكل من تكييف الهواء الذى يستعمل لراحة الإنسان داخل الأماكن المختلفة وتكييف الهواء الذى يستعمل فى الأغراض الصناعية كذلك. وتعتبر هذه المنظمات هى الأجهزة الوحيدة التى يمكنها أن تشعر بدقّه وبسرعة بالتغيّر فى كلٍّ من درجة الحرارة والرطوبة. فالإنسان مثلًا يمكنه أن يشعر بمقدار سخونة أو برودة الجو المحيط به، ولكن هذا الشعور لا يتّم بالسرعة الكافية التى تمكنه من تشغيل البلوف والمفاتيح الكهربائية والريلاهات وبوابات الهواء (الدامبر) والأجهزة والمعدّات الكهربائية المختلفة الموجودة فى تركيبات عمليات تكييف الهواء المختلفة الحديثة بالطريقة السريعة المتناسقة والمنتظمة التى يمكن أن تقوم بأدائها هذه المنظمات.

وسنقدم فى هذا الفصل من الكتاب مجموعة كاملة من الرسومات المبسطّة التى توضّح لنا الإستعمالات المختلفة لهذه المنظمات فى نواحى متعدّدة من تركيبات عمليات تكييف الهواء المركزية.

١ – العملية:

التبريد – تنظيم درجة حرارة مكان مكيّف مستعمل به ملفّ ماء مثلج (chilled water coil) بواسطة بلف خلط ثلاث سكك.

طريقة عمل المنظّمات:

يقوم ترموستات المكان (T) بتنظيم تشغيل (Modulate) بلف خلط ثلاث سكك للمحافظة على درجة حرارة المكان المطلوبة.

المنظمات والأجهزة المستعملة:

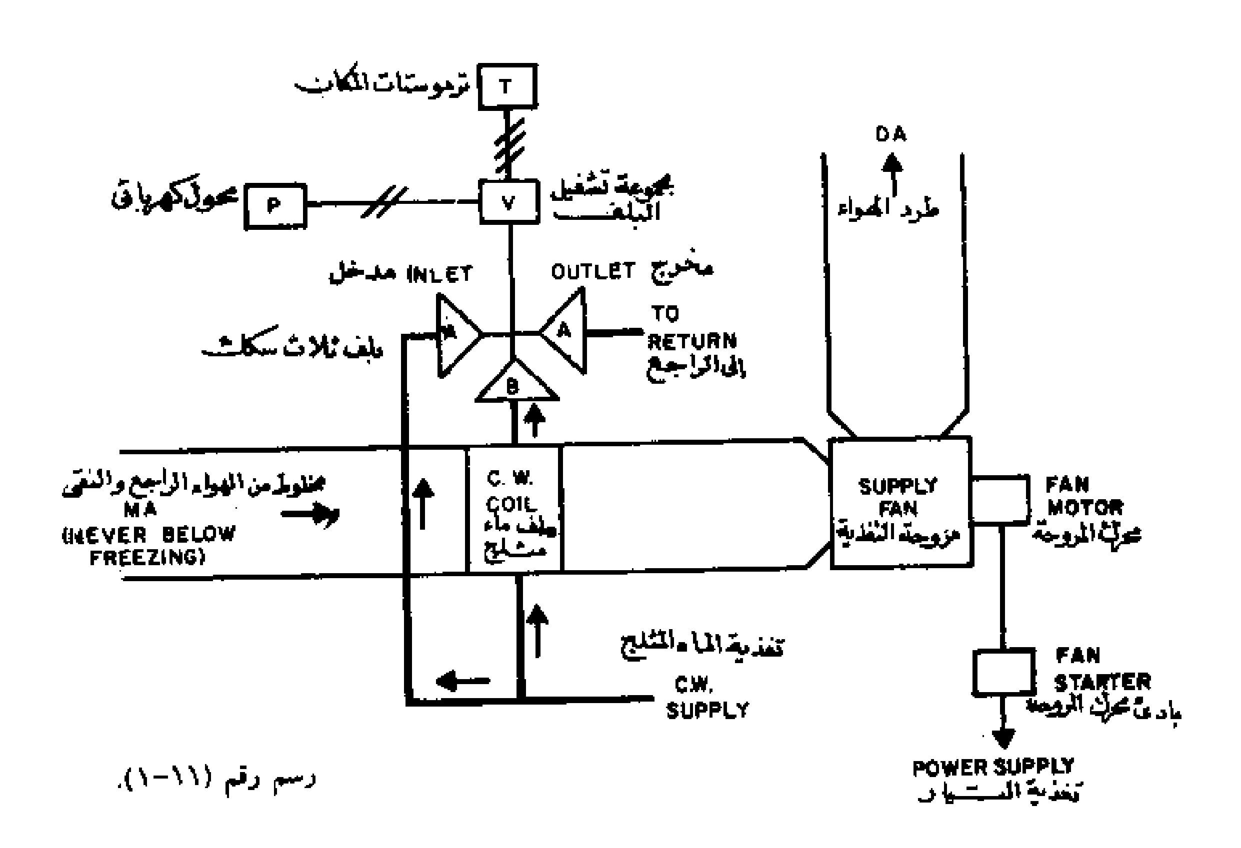
(T) - ترموستات المكان.

(P)- محوّل كهربائى.

(V)- مجموعة تشغيل البلف تتكوّن من:

محرّك نسبى (Prop. Motor).

وصلة بلف، بلف ثلاث سكك.



رسم رقم (١١-١).

٢ - العملية:

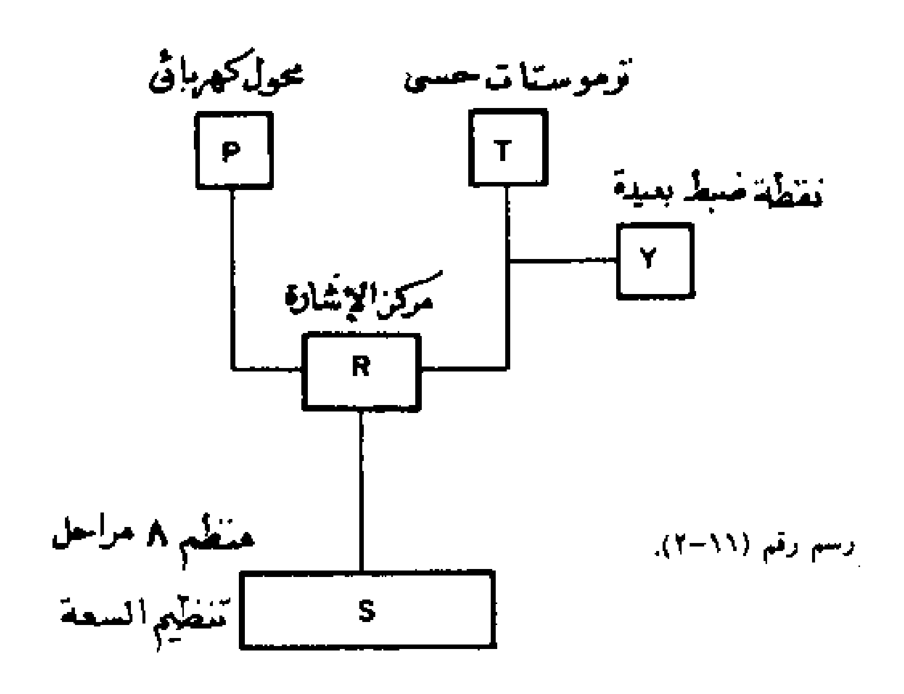
التبريد - تنظيم وحدق ضاغط / مُثلج ماء مع تنظيم مراحل السعة.

طريقة عمل المنظمات:

يقوم ترموستات حس إليكترونى (T) بتنظيم مراحل التنظيم خلال مركز الإشارة.

إن عملية تنظيم المراحل تستعمل لتتابع تشغيل الضاغطين المجهّز كل منهما بأجهزة تنظيم السعة.

ويقوم منظم السعة (S) عن طريق مركز الإشارة (R) بتنظيم تحميل الضاغطين بزيادات قدرها ٢٥٪. ويستعمل بالدائرة ريلاى لمنع تشغيل وإيقاف الضاغط رقم (٢) خلال فترات قصيرة جدا (Short Cycling).



رسم رقم (١١-٢).

المنظمات والأجهزة المستعملة:

(P)- محوّل كهربائى.

(R)- مركز الإشارة.

(S)- منظم ٨ مراحل تنظيم السعة.

(T)- ترموستات حس مغمور.

(Y)- نقطة ضبط بعيدة.

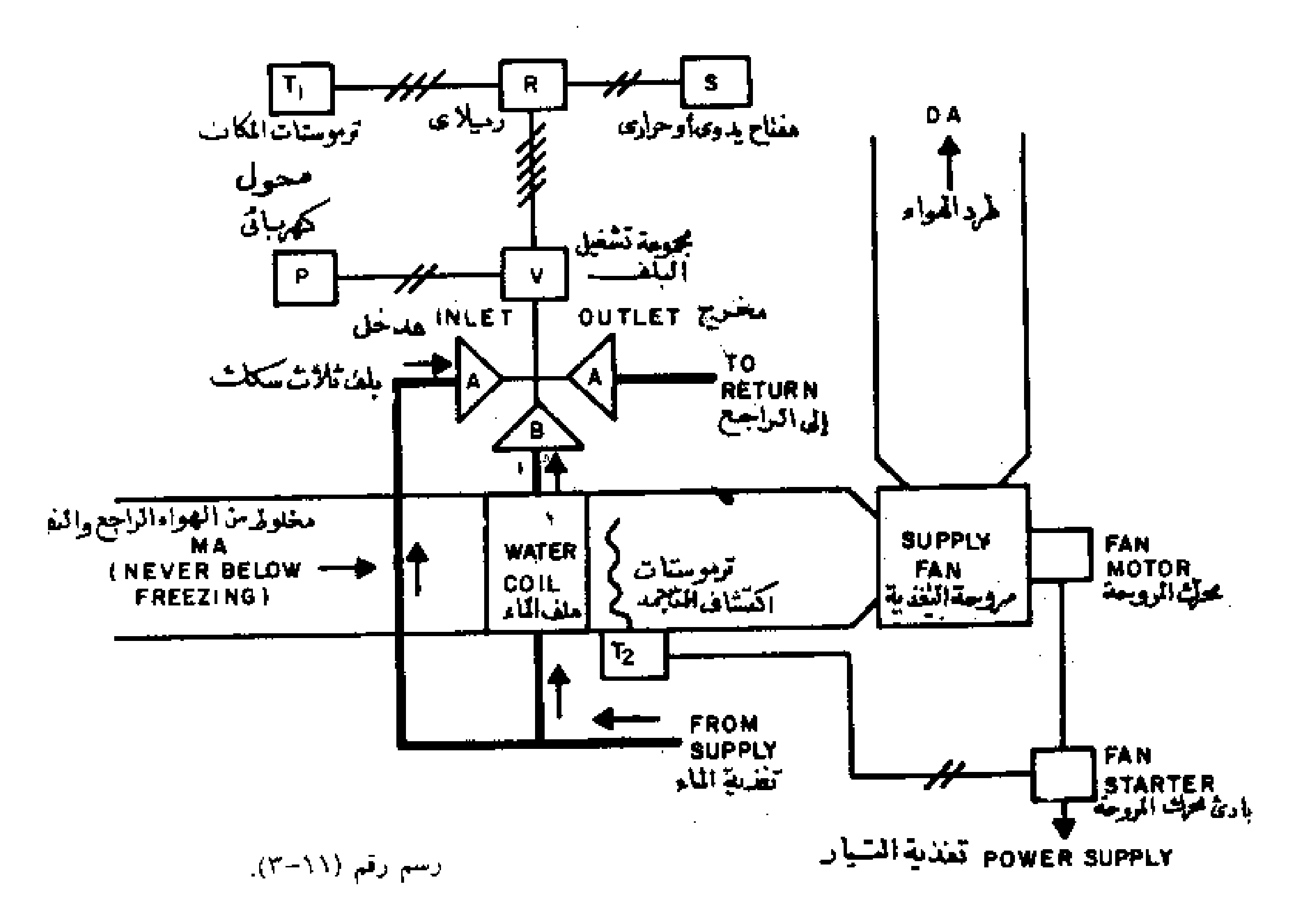
٣ - العملية:

التبريد والتدفئة - تنظيم عمل ملف ماء مشترك.

طريقة عمل المنظمات:

يقوم ترموستات المكان (T1) بتنظيم تشغيل (Modulate) بلف خلط ثلاث سكك للمحافظة على درجة حرارة المكان المطلوبة. بواسطة مفتاح يدوى أو يعمل حراريًا (S) يقوم بتشغيل العملية من التبريد إلى التدفئة أو بالعكس.

ويقوم ترموستات اكتشاف التجمد (Freeze Detection Thermostat) بإبطال عمل مروحة التغذية إذا انخفضت درجة الحرارة التى تترك الملف إلى أقلّ من ٣٥°ف.



رسم رقم (١١-٣).

المنظمات والأجهزة المستعملة:

(T1)- ترموستات المكان.

(T2)- ترموستات اكتشاف التجمد.

(S)- مفتاح يدوى أو ترموستات له انتفاخ حسّاس بعيد.

(P)- محوّل كهربائى.

(V)– مجموعة تشغيل البلف تتكوّن من:

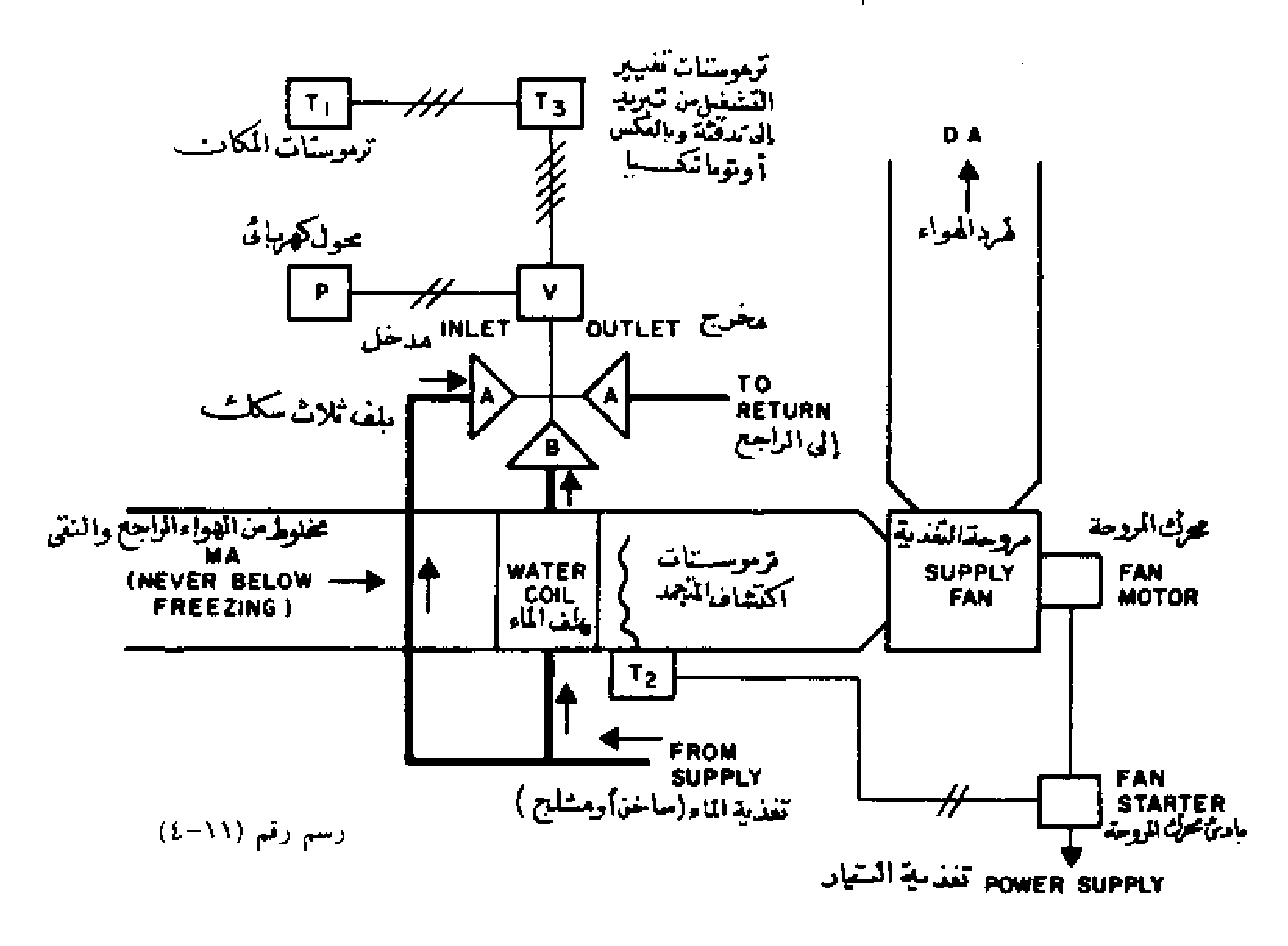
محوّل نسبى.

وصلة بلف، بلف ثلاث سكك.

(R)– ريلاى.

٤ - العملية:

التبريد والتدفئة – تنظيم عمل ملف مشترك وبإجراء التغيير أوتوماتيكيًا.



رسم رقم (١١–٤)

طريقة عمل المنظمات:

يقوم ترموستات المكـان (T1) بتنظيم تشغيـل (Modulate) بلف خلط ثلاث سكـك للمحافظة على درجة حرارة المكان المطلوبة. الترموستات (T3) يُتيح عملية تغيير تشغيل العملية من التبريد إلى التدفئة أو بالعكس بطريقة أوتوماتيكية.

ويقوم ترموستات اكتشاف التجمد (T2) بإبطال مروحة التغذية إذا انخفضت درجة حرارة الهواء الذى يترك الملف إلى أقل من ٣٥°ف.

المنظمات والأجهزة المستعملة:

(T1)- ترموستات المكان.

(T2)- ترموستات اكتشاف التجمد.

(T3)- ترموستات تغيير التشغيل بطريقة أوتوماتيكية ويركب بعيدًا.

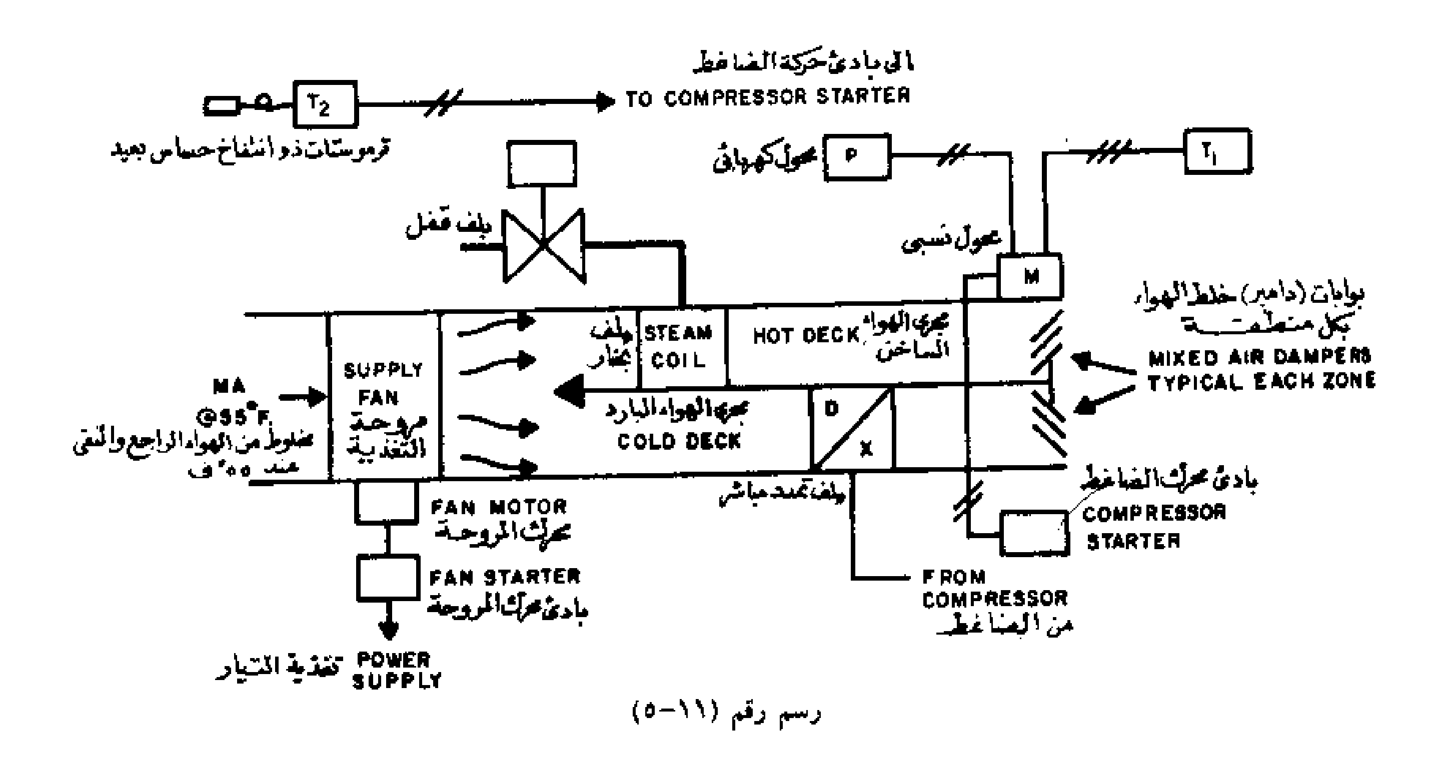
(P)- محوّل كهربائى.

(V)- مجموعة تشغيل البلف تتكوّن من:

محرّك نسبى.

وصلة بلف، بلف ثلاث سكك.

٥ - **العملية**: التبريد والتدفئة - تنظيم درجة حرارة المكان بطريقة بوّابات (دامبر) خلط هواء المنطقة، وباستعمال ملف تمدّد مباشر (Dx Coil) بمجرى الهواء البارد.



رسم رقم (١١-٥)

طريقة عمل المنظمات:

يقوم ترموستات المنطقة (T1) بتنظيم تشغيل بوّابات (دامبر) مجرى الهواء لكل منطقة للمحافظة على درجة حرارة المكان.

ويقوم مفتاح إضافي (Auxiliary Switch) مركّب بمحرّك بوّابة (دامبر) المنطقة بمنع الضاغط من القيام حتى تفتح بوّابات (دامبر) هواء المجرى البارد.

الترموستات (T2) يمنع دوران الضاغط عندما تكون درجة حرارة الخارج أقل من ٥٥°ف.

المنظّمات والأجهزة المستعملة:

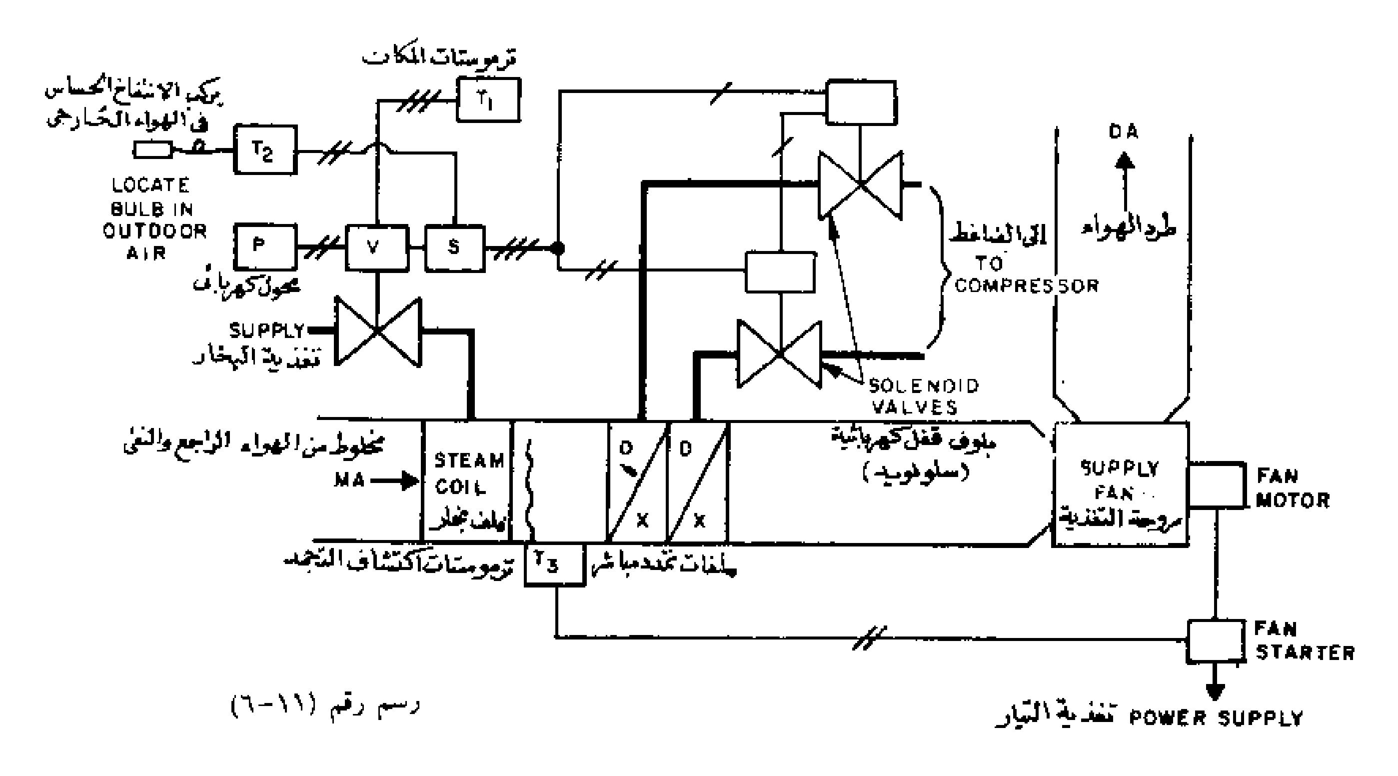
(T1)- ترموستات المكان

(T2)- ترموستات ذو انتفاخ حسّاس بعيد.

(M)- محرّك نسبي.

(P)- محوّل كهربائي.

٦ - العملية: التبريد والتدفئة - ملفّ بخار وتبريد ميكانيكي.



رسم رقم (١١-٦)

طريقة عمل المنظمات:

يقوم ترموستات المكان (T1) بتنظيم تشغيل بلف بخار للمحافظة على درجة حرارة المكان المطلوبة. وبالارتفاع المستمرّ فى درجة الحرارة يقفل بلف البخار، وخلال مفتاح إضافى يتم تشغيل مرحلة واحدة أو مرحلتين من عملية التبريد الميكانيكية.

الترموستات (T2) – يقوم بإحكام إبطال تشغيل التبريد الميكانيكى عندما تنخفض درجة حرارة الخارج إلى أقلّ من ٥٠°ف.

الترموستات (T3) – يقوم بقفل مروحة التغذية إذا انخفضت درجة حرارة الهواء التى تترك الملف إلى أقل من ٣٥°ف.

المنظّمات والأجهزة المستعملة:

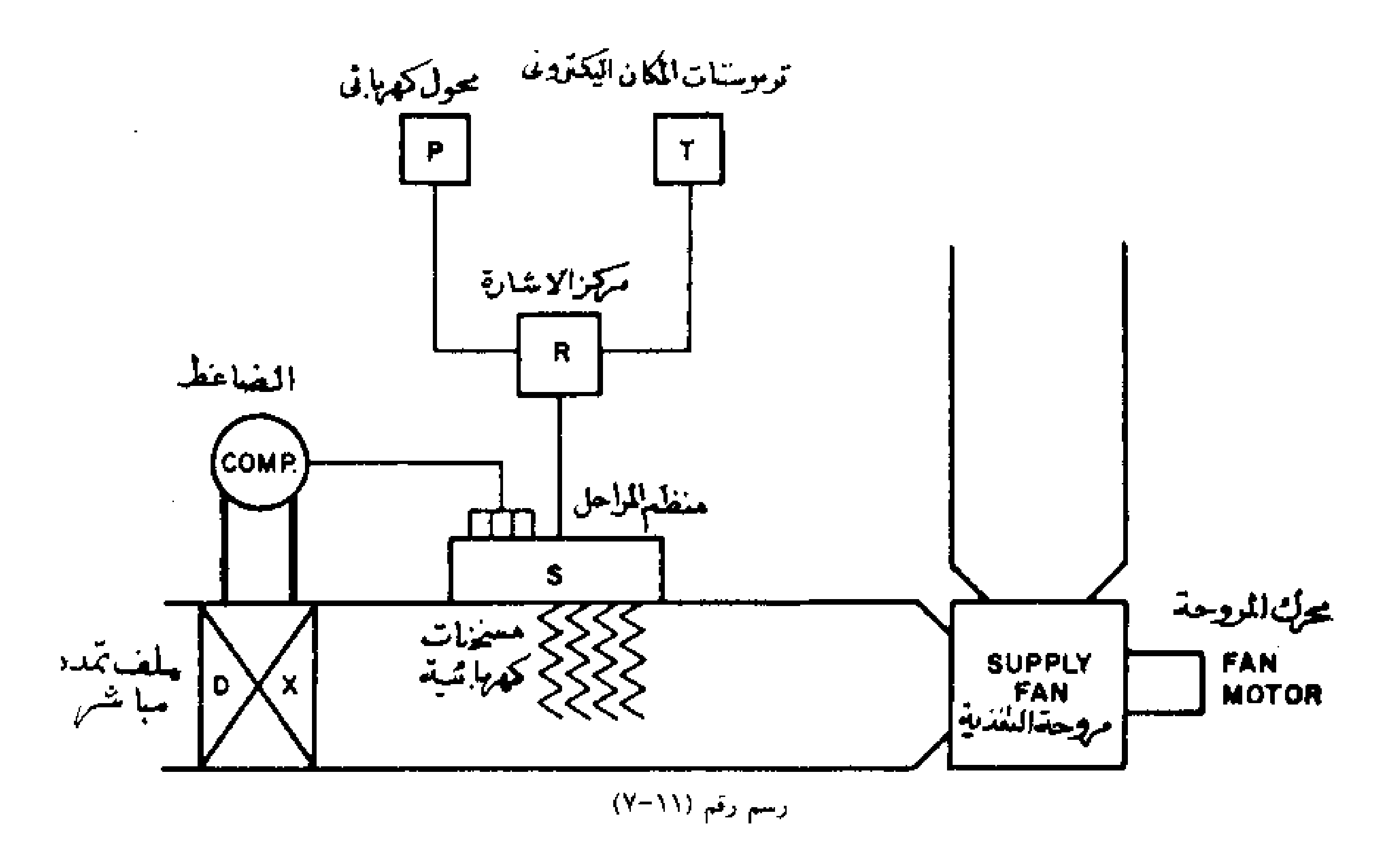
(T1) – ترموستات المكان.
(T2) – الترموستات ذو الانتفاخ الحسّاس البعيد.
(T3) – ترموستات اكتشاف التجمد.
(S) – مفتاح إضافى.
(V) – مجموعة تشغيل البلف تتكوّن من:
محرّك نسبى.
وصلة بلف، جسم البلف.
(P) – محوّل كهربائى.

٧ – العملية: التبريد والتدفئة بأربع مراحل تبريد وأربع مراحل تدفئة.

طريقة عمل المنظّمات:

يقوم ترموستات المكان الإليكترونى (T) بتنظيم مراحل التشغيل خلال مركز الإشارة.

فإذا ارتفعت درجة حرارة المكان إلى أعلى نقطة ضبط الترموستات (T)، فإن منظم المراحل (Sequencer) يقوم بإبطال مراحل التدفئة ويقوم بتشغيل مراحل التبريد.



رسم رقم (١١-٧)

المنظّمات والأجهزة المستعملة:

(P) - محوّل.

(R) - مركز الإشارة.

(S) - منظّم ٨ مراحل.

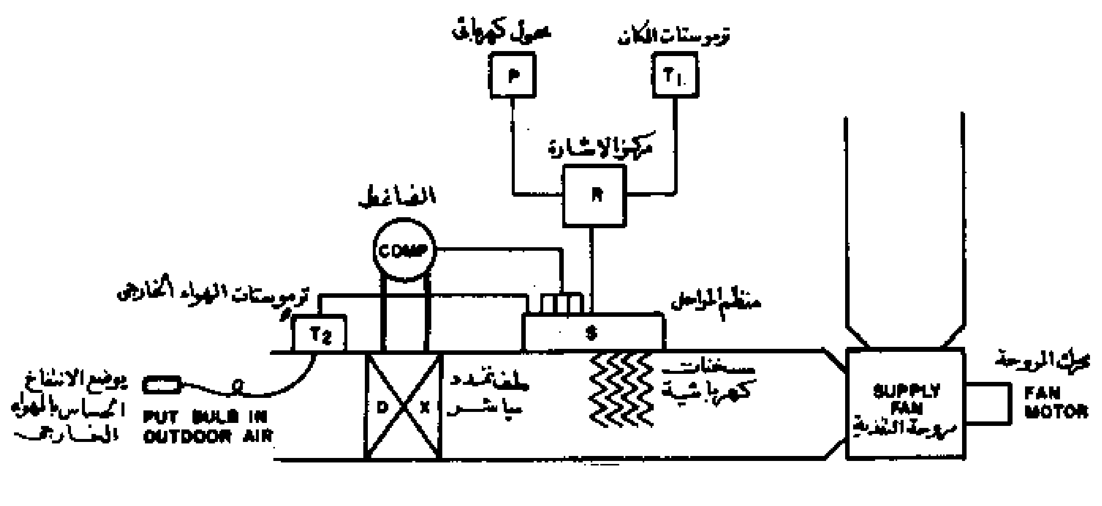
(T) - ترموستات المكان الإليكترونى.

٨ - **العملية**: التبريد والتدفئة بينهما فترة ميّتة (Dead Band).

طريقة عمل المنظّمات:

يقوم ترموستات المكان الإليكترونى (T1) بتنظيم مراحل التشغيل خلال مركز الإشارة.

فإذا ارتفعت درجة حرارة المكان إلى أعلى من نقطة ضبط الترموستات (T1)، فإن منظّم المراحل يقوم بإبطال التدفئة ويقوم بتشغيل مراحل التبريد، مع إعطاء فترة ميتة (Dead Band) بينهما.



رسم رقم (١١-٨)

المنظّمات والأجهزة المستعملة:

(P) - محوّل كهربائي.

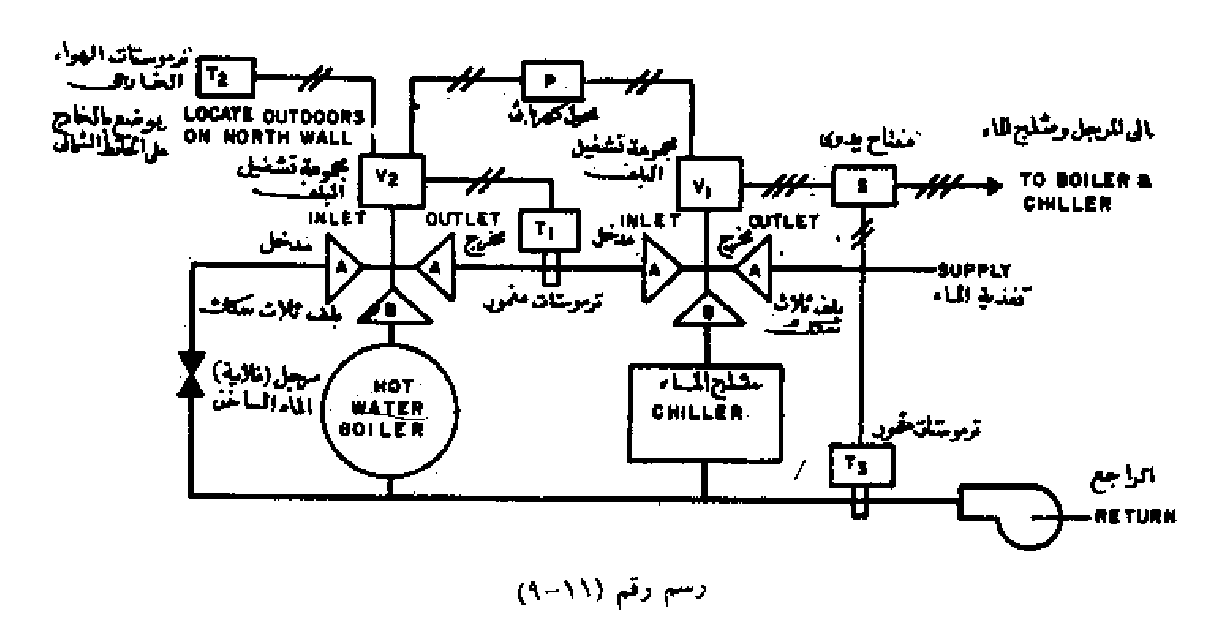
(R) - مركز الإشارة.

(S) - منظم ٨ مراحل.

(T1) - ترموستات المكان الإليكتروني.

(T2) - ترموستات الهواء الخارجي.

٩ - العملية: التبريد والتدفئة - إعادة تدفئة (Reheat) كهربائية وتبريد ميكانيكي.



رسم رقم (١١-٩)

طريقة عمل المنظمات:

يقوم ترموستات المكان الإليكترونى (T) بتنظيم تشغيل منظّم الخطوات خلال مركز الإشارة.

فإذا ارتفعت درجة حرارة المكان أعلى من نقطة ضبط الترموستات (T)، فإن منظّم المراحل يقوم بإبطال التدفئة الكهربائية ويقوم بتشغيل التبريد الميكانيكى.

هذا ويتمّ تنظيم التبريد الميكانيكى لكل منطقة على حدة.

المنظّمات والأجهزة المستعملة:

(T) – ترموستات المكان الإليكترونى.
(R) – مركز الإشارة.
(S) – منظم ٦ مراحل.
(P) – محوّل كهربائى.

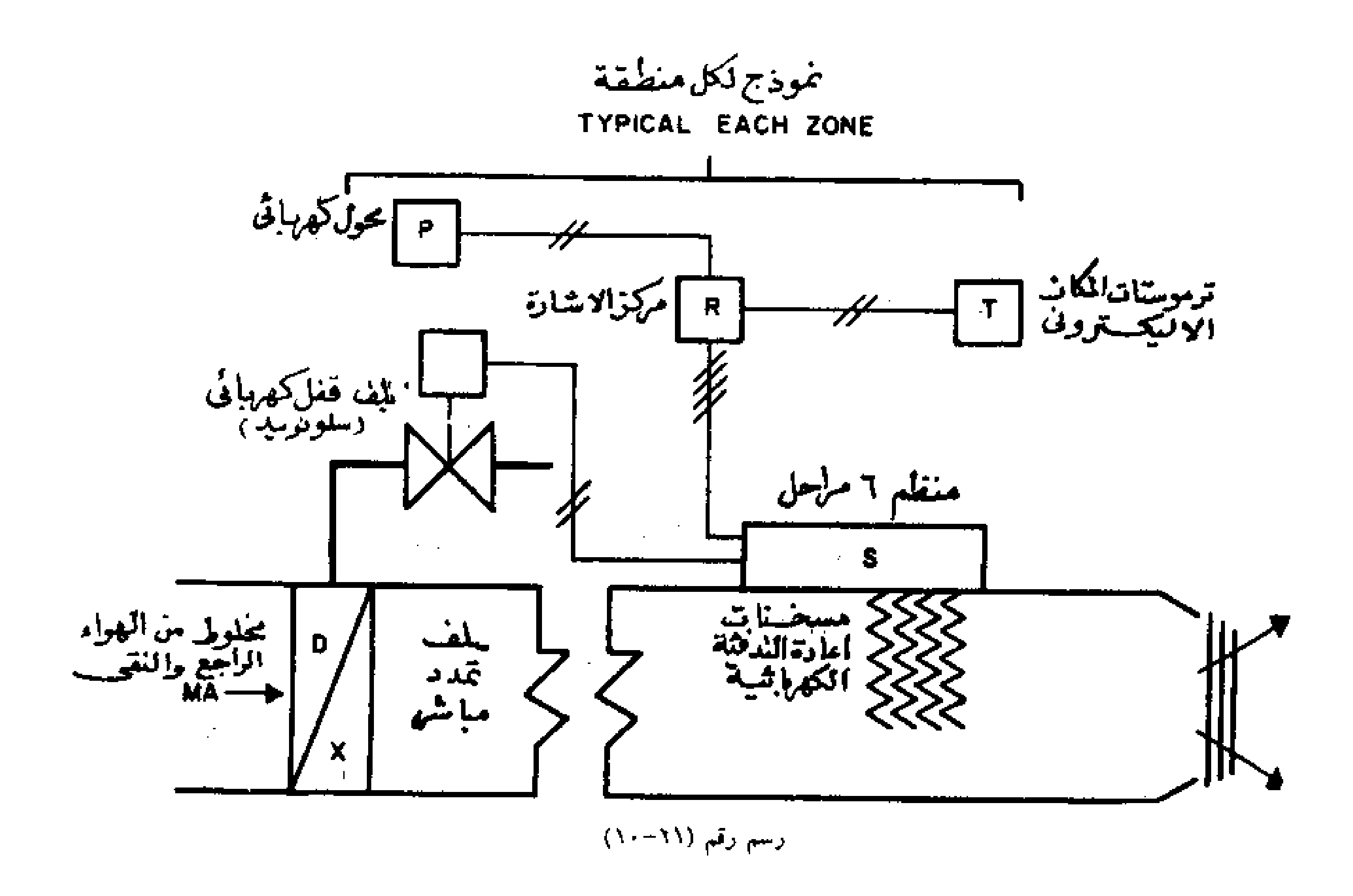
١٠ – **العملية**: ضبط اليكترونى للماء الساخن مع تغيير يدوى أو أوتوماتيكى للتشغيل من المرجل (الغلّاية) إلى مثلج الماء (Chiller).

طريقة عمل المنظمات:

دورة التدفئة – يقوم الترموستات الإليكترونى المغمور (T1) بالمحافظة على درجة حرارة الماء الخارجة وذلك بتنظيم تشغيل البلف (V2). ويقوم الترموستات (T2) بضبط الترموستات (T1) تبعًا لمقدار الضبط المطلوب. وتظلّ درجة حرارة ماء المرجل (الغلّاية) ثابتة عند ١٨٠°ف.

دورة التبريد – يتيح مفتاح التغيير اليدوى سريان مثلج الماء، ويُحكم وضع البلف ذى الثلاث شكك فى موضع «التدفئة – Heat» حتى تنخفض درجة حرارة الماء عند ترموستات الحدّ الأعلى (T3) إلى أقلّ من ٩٠°ف.

ويقوم مفتاح التغيير اليدوى بإبطال تشغيل المرجل (الغلّاية).



رسم رقم (١١-١٠)

المنظّمات والأجهزة المستعملة:

(T1) – ترموستات مغمور.

(T2) – ترموستات درجة حرارة الخارج.

(T3) – ترموستات الحدّ الأعلى.

(S) – مفتاح يدوى.

(P) – محوّل كهربائى.

(V1) مجموعة تشغيل البلف تتكوّن من:

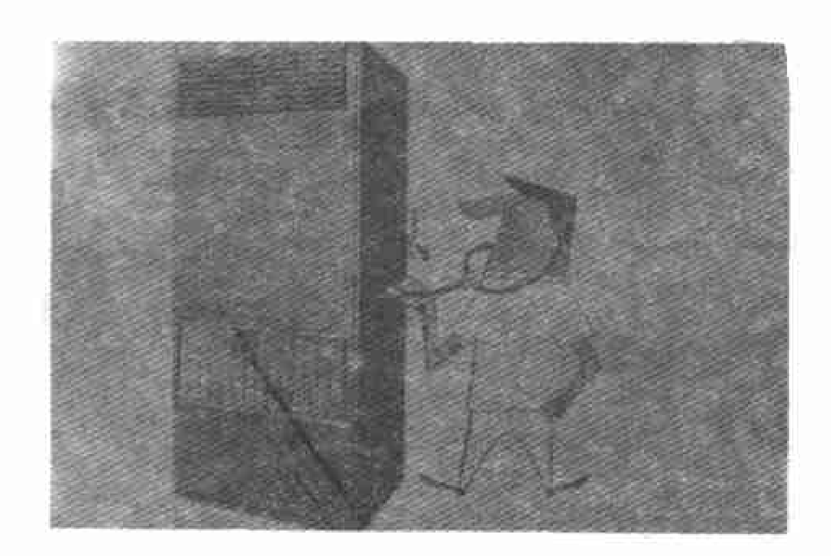
محرّك ذى موضعين.

وصلة بلف، جسم البلف.

(V2) – محرّك اليكترونى

وصلة بلف، جسم البلف.

الفصل الثانى عشر



الفحص الدورى لوحدات تكييف الهواء المركزية

الفصل الثانى عشر

الفحص الدورى لوحدات تكييف الهواء المركزية

إن وحدات تكييف الهواء المركزية مثل السيارات الجديدة يمكنها أن تعمل فقط بحالة جيدة ممتازة إذا ما تم إجراء الفحوص الدورية وإعطاء الخدمة والصيانة المنتظمة لها.

ومن خلال الفحص والمراجعة المنظمة، فإن الخبراء المدربين يمكنهم ان يكتشفوا الأجزاء المستهلكة قبل أن تؤثر على جوْدة التشغيل أو تسبب حدوث عطل للوحدات المختلفة. وكمعظم الأجهزة الميكانيكية فإن وحدة تكييف الهواء المركزية تكون معرضة للاستهلاك بالاستعمال؛ لهذا سنقدم فيما يلى على الصفحات التالية الفحوص الدورية اليومية، والشهرية، والسنوية التى يلزم إجراؤها المختلفة التى تشتمل عليها وحدة تكييف الهواء المركزية بأنواعها المختلفة.

المراوح

يوميًا:

١ - قم بفحض الحوامل من ناحية مستوى الزيت بها ودرجة حرارتها.

٢ - قم بفحص اتجاه دوران المروحة.

شهريًا:

١ - قم بإضافة زيت وفحص اتزان (Alignment) الحوامل.

٢ - قم بفحص وجود تآكل غير عادى بالحوامل.

٣ - قم بفحص شد السيور.

سنويًا:

- قم بتنظيف عجلة المروحة.

٢ – قم بفحص وجود تآكل مبكر بالسيور، وتستبدل السيور إذا ظهر تآكل شديد بها، ويعمل اتزان لطارات الإدارة (Sheaves).

٣ – قم بفحص وجود أية بقع صدأ ، وتنظف ويدهن مكانها بالطلاء المناسب.

٤ – قم بفحص عمود المروحة من ناحية استعداله.

٥ – قم بمراجعة رباط عجل المراوح (Fan wheels) مع العمود.

٦ – قم بمراجعة رباط طارات الإدارة.

الطلمبات (الطاردة المركزية)

يوميًا:

١ – قم بفحص جلندات الحشو من ناحية وجود تسرب شديد منها.

٢ – قم بفحص حوامل الطلمبة من ناحية مستوى الزيت بها ودرجة حرارتها.

شهريًا:

١ – قم بتزييت أو تشحيم الحوامل.

٢ – قم بفحص جلندات الحشو لمراجعة تآكل العمود.

٣ – قم بفحص وتنظيف المصافى.

سنويًا:

١ – قم بفحص تآكل الطارة (Impeller) وحلقات التآكل.

٢ – قم بتنظيف ودهان جسم الطلمبة.

٣ – قم بفحص اتزان وصلة الإدارة (Coupling).

٤ – قم بفحص تآكل الحوامل.

٥ – قم بفحص وجود تآكل بوصلة الإدارة.

٦ – قم باستبدال الجوانات (Gaskets).

الضواغط الترددية

يوميًا:

١ - قم بمراجعة ضغوط السحب والطرد.

٢ - قم بفحص مستوى الزيت الموجود بصندوق المرفق.

٣ - قم بفحص درجة حرارة الحوامل.

٤ - قم بمراجعة وجود عرق ماء (Sweating) على سطح جسم صندوق المرفق.

٥ - قم بفحص وجود تسرب زيت.

٦ - قم بمراجعة سماع صوت طرق أو صوت غير عادى.

شهريًا:

١ - قم بفحص تنفيس (Leak) لمركب التبريد بواسطة جهاز اختبار التنفيس.

٢ - قم بفحص شد السيور إذا كان الضاغط يدار عن طريق سيور.

٣ - قم بمراجعة ضبط مفتاح قاطع وقاية كل من الضغط العالى والمنخفض.

سنويًا:

١ - قم بتخزين مركب التبريد الموجود بالدائرة (Pump System Down)، وقم برفع رءوس اسطوانات الضاغط وذلك لفحص تآكل الاسطونات (السلندرات). كل عام بالنسبة للضواغط القديمة.

(كل ٣ سنوات بالنسبة للضواغط الجديدة).

٢ - قم بفحص بلف التصريف (Relief Valve) وقم باختباره.

٣ - قم بتنظيف المصافى ومرشحات الزيت.

٤ - قم بفحص اتزان وصلة الإدارة (للضواغط المفتوحة).

٥ - قم بفحص جهاز رفع الحمل (Unloading Device) للتأكد من أنه يقوم برفع الحمل (Unload) عند الضغوط المناسبة.

٦ - قم بعمل عمرة كاملة للضاغط كل ٥ سنوات.

المحركات الكهربائية

يوميًا:

١ - قم بمراجعة درجة حرارة المحرك، ودرجة حرارة حوامله.
٢ - قم بفحص اتجاه دوران المحرك.

شهريًا:

١ - قم بتزييت أو تشحيم الحوامل.
٢ - قم بفحص اطراف الأسلاك للتأكد من أن وصلاتها مربوطة جيدًا.
٣ - قم بفحص الطارة أو وصلة الإدارة للتأكد من إحكام رباطها مع عمود المحرك.

سنويًا:

١ - قم بتنظيف جسم المحرك وعلى الأخص ممرات التهوية الموجودة به.
٢ - يلزم التأكد من أن المحرك يصل إلى سرعة دورانه المقررة خلال الزمن المناسب.
٣ - قم بفحص كل من الفولت والأمبير عند المحرك.
٤ - قم بمراجعة سرعة دوران المحرك.
٥ - قم بفحص صندوق المصهرات للتأكد من أن المصهرات المركبة به ذات مقاس مناسب.
٦ - قم بفحص قواعد منع الاهتزاز المطاط.
٧ - قم بفحص رباطات جاويطات القاعدة.

مفاتيح التوصيل (Contactors) وبادئ حركة المحرك

يوميًا:

١ - قم بفحص تأثير الشرارة الكهربائية على قطع التماس (كونتاكت).

شهريًا:

١ - قم بتنظيف قطع التماس (كونتاكت).
٢ - قم بمراجعة أطراف الأسلاك للتأكد من إحكام رباط وصلاتها.

سنويًا:

١ - قم بتنظيف قطع التماس (كونتاكت) واستبدالها إذا لزم الأمر.
٢ - قم بتنظيف جميع الأتربة والأوساخ الموجودة داخل الأغطية.
٣ - يلزم التأكد من عدم وجود مسامير أو يايات محلولة.
٤ - تفحص جميع أجهزة الفصل للتأكد من أنها تعمل بطريقة جيّدة.
٥ - قم بفحص المصّهرات وقواطع الوقاية من زيادة الحمل (Over Loads) من ناحية مناسبة الحجم.

وحدات تثليج الماء ذات الضواغط الطاردة المركزية المحكمة القفل

(Hermetic Centrifugal Water Chillers)

ملاحظة: تكون وحدات تثليج الماء ذات الضواغط الطاردة المركزية المحكمة القفل والتي تعمل بمركب التبريد ١١ أو ١١٤ أو ١١٣ مجهزة بوحدة خاصّة لإخراج الهواء والغازات غير قابلة للتكاثف (Purge Unit) من داخل دائرة مركب التبريد بطريقة أوتوماتيكية.

يوميًا:

١ - قم بمراجعة ضغوط المبخر، المكثف، دائرة التزييت.
٢ - قم بفحص مستوى الزيت الموجود بحوض الزيت (Oil Sump).
٣ - قم بفحص درجات حرارة المبخر وحوض الزيت.

٤ – تراجع درجة حرارة الماء الداخل إلى والخارج من المبخر والمكثّف.

٥ – قم بفحص عمل وحدة الإخراج (Purge Unit).

شهريًا:

١ – قم بفحص شدّ سير وحدة الإخراج.

٢ – قم بفحص مستوى الزيت بصندوق مرفق ضاغط وحدة الإخراج.

٣ – يُراجع ضبط منظّمات أمان وحدة الإخراج.

٤ – يُراجع ضبط منظمات أمان وحدة تثليج الماء.

٥ – قم بفحص خط مواسير أجهزة القياس من ناحية وجود تنفيس بها.

٦ – قم بفحص مواسير وحدة الإخراج من ناحية وجود تنفيس بها.

سنويًا:

١ – قم بتصفية ماء المكثّف، ويفحص سطح مواسير المكثف من ناحية وجود ترسّبات عليها، وتنظف إذا لزم الأمر.

٢ – يلزم التأكد من أن التيار الكهربائى يغذّى مسخّن حوض الزيت أثناء فترة وقوف الوحدة.

٣ – قم بتغيير الزيت الموجود بحوض الضاغط.

٤ – قم بفصل وحدة الإخراج من وحدة تثليج الماء.

٥ – قم باختبار بلوف ضاغط وحدة الإخراج، وقم بتنظيف السطح الداخلى من خزّان الإخراج.

٦ – قم بفحص وجود تنفيس بأجزاء وحدة تثليج الماء باستعمال جهاز اختبار التنفيس.

٧ – قم بمراجعة ضبط ريلاى تحديد الحمل (Load Limit Relay) وطريقة عمله إذا كان مستعملاً.

وحدات تثليج الماء ذات الضواغط الطاردة المركزية المفتوحة

(Open Centrifugal Water Chillers)

ملاحظة: تكون وحدات تثليج الماء ذات الضواغط الطاردة المركزية المفتوحة والتى تعمل بمركب تبريد ١١ أو ١١٤ أو ١١٣ مجهزة بوحدة خاصّة لإخراج الهواء والغازات غير القابلة للتكاثف (Purge Unit) من داخل دائرة مركب التبريد بطريقة أوتوماتيكية.

يوميًا:

١ – قم بفحص ضغوط المبخر، المكثف، دائرة التزييت.

٢ – قم بفحص درجة حرارة كل من تبخر مركب التبريد، وسائل المكثف، وزيت تزييت الضاغط..

٣ – تراجع درجة حرارة الماء الداخل إلى والخارج من المبخر والمكثف وحوض زيت الضاغط.

٤ – يراجع مستوى الزيت الموجود بحوض الضاغط.

٥ – يفحص وجود تنفيس بحاكم عمود الضاغط (سيل – Shaft Seal) وذلك بمراقبة كمية تجمع الزيت بحاكم الطلمبة (Seal Pump).

٦ – قم بفحص عمل كلٍّ من وحدة الإخراج وبلف التصريف.

٧ – قم بفحص مستوى مركب التبريد بالمبخر.

شهريًا:

١ – قم بفحص رباط جاويطات وصلة الضاغط.

٢ – قم بمراجعة اتزان (Alignment) عمود الضاغط والتروس أو الآلة المحركة كيفما يكون الحال. فإذا أظهر هذا الفحص عدم وجود أى تغيير، يمكن إجراء الفحص سنويًا.

٣ – قم بتحريك اليد الموجودة بمرشح الزيت المركب بحوض زيت الضاغط لفّتين أو ثلاث لفّات.

٤ – يراجع ضبط جميع أجهزة الأمان.

٥ - ثم بفحص خطوط مواسير أجهزة القياس من ناحية وجود تنفيس بها.

٦ - قم بفحص وجود تنفيس بوحدة الإخراج والمواسير المتصلة بها.

٧ - قم بفحص شدّ سير وحدة الإخراج، ومستوى الزيت بضاغط الإخراج، وضبط منظمات الأمان.

٨ - قم بتصفية أية كمية تكون قد تجمعت من الماء داخل خزّان الإخراج.

٩ - قم بتزييت وصلة ريشة بوّابة (دامبر) المدخل (Inlet Vane Damper Linkage) إذا لزم الأمر.

سنويًا:

١ - يلزم التأكد من أن تغذية مسخّن زيت حوض الضاغط لا ينقطع عنها التوصيل الكهربائى لأى سبب فى أى وقت أثناء وقوف الوحدة، وذلك بخلاف الوقت الذى يصير فيه تغيير الزيت.

٢ - قم بتغيير الزيت الموجود بحوض الضاغط.

٣ - قم بتصفية الماء الموجود بالمكثّف والمبخّر، وقم بفحص وجود ترسّبات أوساخ (Fouling) على السطح بداخلها، قم بتنظيفها عند الضرورة.

٤ - قم بفحص بلوف العوّامة بخط السائل والجزء الاقتصادى (Economizer) إذا كانت مستعمله، وذلك للتأكد من أنها تتحرك بحرية وتعمل بطريقة جيدة.

٥ - قم بفحص حوامل دفع الضاغط (Thrust Bearing)، وذلك من ناحية تعويمها بشدّة من جهة النهاية (For excessive end Float). قم بإجراء العلاج إذا لزم الأمر.

٦ - قم بفحص اتزان عمود الضاغط والتروس أو الآلة المحركة.

٧ - قم بفحص ضبط ريلاى تحديد الحمل وطريقة عمله، إذا كان مستعملًا.

٨ - قم بفحص التنفيس بجميع أجزاء الوحدة باستعمال جهاز اختبار التنفيس.

٩ - قم بفحص وحدة الإخراج من وحدة تثليج الماء.

١٠ - قم بتزييت حوامل محرك وحدة الإخراج.

١١ - قم بفحص بلوف ضاغط وحدة الإخراج، قم بتنظيفها أو استبدالها إذا لزم الأمر.

١٢ - قم بتصفية الزيت من صندوق مرفق وحدة الإخراج، ويستبدل بزيت جديد.

١٣ – قم بفحص عمل بلف عوّامة وحدة الإخراج، وقم بتنظيف السطح الداخلى لخزّان الإخراج.

ملاحظة: هامة:

جميع أجهزة وأجزاء الإدارة قد تشتمل على أى جزء من الأجزاء الآتية: تروس زيادة السرعة، محرّك كهربائى، تربين بخارى. وهذه الأجزاء تحتاج أيضًا إلى فحص وعناية دورية توضحها البيانات الفنية التى تقدمها الشركات الصانعة لهذه الأجهزة والأجزاء ويلزم اتباعها بدقة.

دائرة ماء المكثّف

المكثّفات (المائية):

يوميًا:

١ – قم بفحص حالة الماء من ناحية تواجد وحدات تآكل به (Corrosive Elemets).
٢ – قم بفحص درجة حرارة الماء.
٣ – قم بفحص ضغوط الماء.

شهريًا:

١ – قم بأخذ عينة من الماء لإجراء تحليل كيمائى لها.
٢ – قم بفحص تسرّب مركب تبريد بالماء بواسطة جهاز اختبار التنفيس.
٣ – قم بفحص تسرّب الماء.

سنويًا:

١ – قم بتصفية جميع الماء، وقم بتنظيف ناحية الماء بالمواسير.
٢ – قم بفحص داخل الممرات المائية من ناحية وجود تآكل أو صدأ بها.
٣ – قم باستبدال أية ماسورة تالفة.

٤ - قم باستبدال جميع الجوانات.

٥ - قم بفحص جميع البلوف، وقم بفكها وإجراء إصلاح لها إذا لزم الأمر.

أبراج تبريد الماء (ذات تيار الهواء الطبيعي - Natural Draft):

يوميًا:

١ - قم بفحص حالة الماء من ناحية تواجد وحدات تآكل به (Corrosive Elements).

٢ - قم بفحص عمل فونيات الرشاشات أو سطح الرشاشات (Spray deck).

٣ - قم بفحص عمل البلف العوّامة.

شهريًا:

١ - قم بفحص الحوض (Pan) وأجزاء البرج الداخلية من ناحية نمو طحالب أو تولد فطر عليها.

٢ - قم بأخذ عينة ماء لإجراء تحليل كيمائى لها.

سنويًا:

١ - قم بتصفية وتنظيف الحوض. قم بمراجعة وجود بقع صدأ وقم بتنظيفها ودهانها.

٢ - بالنسبة للأبراج الخشبية، قم بفحصها لاستبدال الأجزاء المتآكلة منها.

٣ - بالنسبة للأبراج المعدنية، قم بفحصها وعلاجها مثل حوض الماء.

٤ - قم بإصلاح أو استبدال البلف العوّامة إذا لزم الأمر.

٥ - قم برفع وتنظيف فونيات الرشاشات.

٦ - قم بفحص جميع البلوف وإصلاحها إذا لزم الأمر.

أبراج تبريد الماء (ذات تيار الهواء المندفع أو الاستنتاجى (Forced or Induced Draft):

يوميًا:

١ - قم بفحص حالة الماء من ناحية تواجد وحدات تآكل به (Corrosive ELements).

٢ - قم بفحص عمل فونيات الرشاشات أو سطح الرشاشات (Spray Deck).

٣ - قم بفحص عمل البلف والعوّامة.

شهريًا:

١ - قم بتزييت أو تشحيم حوامل المروحة.

٢ - قم بفحص الحوض وأجزائه الداخلية من ناحية نمو طحالب أو تولد فطر به.

٣ - قم بأخذ عينات ماء لإجراء تحليل كيمائى لها.

٤ - قم بفحص حوامل المروحة من ناحية الزيت ودرجة الحرارة.

٥ - قم بفحص اتجاه دوران المروحة.

سنويًا:

١ - قم بتصفية وتنظيف الحوض. قم بفحص وجود بقع صدأ وقم بتنظيفها ودهانها.

٢ - بالنسبة لجدران البرج قم بفحصها وعلاجها مثل حوض الماء.

٣ - قم بإصلاح أو استبدال البلف العوّامة إذا لزم الأمر.

٤ - قم بفحص حوامل المروحة.

٥ - قم برفع وتنظيف فونيات الرشاشات.

٦ - قم بفحص إدارة المروحة.

٧ - قم بفحص جميع البلوف وإصلاحها إذا لزم الأمر.

مواسير ماء المكثف:

شهريًا:

١ - قم بفحص التسرّب وعلاجه.

سنويًا:

١ - قم بفحص البلوف وإصلاحها.

٢ - قم بفحص جميع المواسير من ناحية وجود صدأ أو تآكل وتستبدل إذا لزم الأمر.

٣ - قم بتنظيف المصافى.

دائرة الماء المثلج

(Chilled Water Circuit)

ملفّات انتقال الحرارة:

يوميًّا:

١ - قم بفحص درجات حرارة الدخول والخروج، للماء والهواء.

شهريًّا:

١ - قم بفحص حالة سطح الزعانف (Fins) من ناحية تجمع الأوساخ عليها.

سنويًّا:

١ - على الأقل مرة كل عام، يجب تنظيف جميع الملفّات بواسطة خرطوم هواء مضغوط أو خرطوم ماء مندفع.
٢ - قم بفحص سطح الملف من ناحية ظهور تآكل به.
٣ - قم بفحص الجسم المحيط بالملف من ناحية ظهور صدأ عليه. ينظف ويدهن بالطلاء.
٤ - قم بفحص الملفات من ناحية ظهور علامات تدل على تآكل مُبكِّر أو وجود تسرّب.

غسالات الهواء (Air washers):

يوميًّا:

١ - قم بفحص حالة الماء من ناحية تواجد وحدات تآكل به.

شهريًّا:

١ - قم بفحص الحوض والأجزاء الداخلية للغسالة من ناحية نمو طحالب عليها.
٢ - قم بأخذ عينات للماء لإجراء تحليل كيمائى لها.

٣ - قم بتصفية واستبدال الماء الموجود بالدائرة.

٤ - قم بغسل جميع مواسير التصفية والطلمبات.

سنويًا:

١ - قم بتصفية وتنظيف الأجزاء الداخلية للغسالة ودهانها.

٢ - قم بإصلاح أو استبدال البلف العوامة إذا لزم الأمر.

٣ - قم برفع وتنظيف فونيات الرشاشات.

٤ - قم برفع وتنظيف ألواح منع خروج الرذاذ (Eliminator Plates).

٥ - قم بفحص طلمبة الرشاشات كما هو موضح بالطلمبات.

٦ - قم برفع وتنظيف جميع شبك المصافى والجوانات.

٧ - قم بفحص ظهور أية علامات تدل على وجود تسرب بين جسم الغسالة والمادة العازلة.

المبدلات ذات الغلاف والمواسير (ماء إلى ماء)

Shell and Tube Exchanger (Water to water)

يوميًا:

١ - قم بفحص درجات حرارة الدخول والخروج.

شهريًا:

١ - قم بفحص أية شواهد تدل على وجود تسرب.

٢ - قم بأخذ عينات من الماء لإجراء تحليل كيمائى لها.

سنويًا:

١ - قم بتصفية وفك وتنظيف كلتا الناحيتين من سطح انتقال الحرارة.

٢ - قم بفحص ممرات الماء والبخار من ناحية ظهور علامات تدل على وجود تآكل.

٣ - قم باستبدال أية مواسير تكون تالفة.

٤ - قم باستبدال جميع الجوانات.

٥ - قم بفحص جميع البلوف، وقم بفكها وإصلاحها إذا لزم الأمر.

مواسير الماء المثلج (Chilled water Piping):

شهريًا:

١ - قم بفحص وجود تسرب ويعالج.

سنويًا:

١ - قم بفحص جميع البلوف، وإجراء الإصلاح اللازم لها.
٢ - قم بفحص جميع المواسير من ناحية ظهور صدأ أو تآكل بها وتعالج أو تستبدل.
٣ - قم بفحص جميع الأغطية من ناحية ظهور عرق عليها (Sweating) وتعالج.

دائرة مركب التبريد

(Refrigerant Circuit)

المكثفات (التى يتم تبريدها بالهواء - (Air Cooled)):

يوميًا:

١ - قم بفحص سطح الملف للتأكد من أنه نظيف.
٢ - قم بفحص دوران المروحة.
٣ - تراجع درجة حرارة الحوامل.

شهريًا:

١ - قم باختبار وجود تنفيس لمركب التبريد.
٢ - قم بتنظيف سطح الملف بواسطة هواء مضغوط أو ماء مندفع.
٣ - قم بتشحيم أو تزييت حوامل المراوح.
٤ - قم بفحص اتزان الحوامل.

سنويًّا:

١ - قم بفحص ظهور صدأ على الجسم. ينظف ويدهن بالطلاء.

٢ - قم بتنظيف مراوح هواء المكثف.

٣ - قم بفحص عمود المروحة من ناحية استعداله (Straightness).

٤ - قم بضبط بوابات الهواء (دامبر) إذا كان المكثف مجهزًا بها.

٥ - قم بتزييت أو تشحيم حوامل بوابات الهواء (دامبر).

المكثفات التبخيرية - (Evaporative):

يوميًّا:

١ - قم بفحص حالة ماء الرشاشات من ناحية تواجد وحدات تآكل به.

٢ - قم بفحص حوامل المروحة من ناحية الزيت ودرجة الحرارة.

٣ - قم بفحص دوران المروحة.

٤ - قم بفحص عمل فونيات الرشاشات.

٥ - قم بفحص عمل البلف العوامة.

٦ - قم بمراجعة الضغط العالى (Head Pressure) عند المكثف.

شهريًّا:

١ - قم بفحص الحوض والأجزاء الداخلية به من ناحية نمو طحالب أو تولد فطر به.

٢ - قم بأخذ عينة ماء لإجراء تحليل كيمائى لها.

٣ - قم بفحص تجمع مواد جيرية على سطح الملفات.

٤ - قم باختبار تسرب مركب التبريد.

٥ - قم بتزييت أو تشحيم حوامل المروحة.

٦ - قم بفحص وتنظيف شبك مصافى الماء الداخل.

٧ - قم بعملية إخراج الهواء أو الغازات غير القابلة للتكاثف (Purge System). إذا لزم الأمر.

٨ - قم بفحص شدّ السيور.

سنويًا:

١ - قم بتصفية وتنظيف حوض الماء. قم بفحص وتنظيف أية بقع صدأ تكون موجودة به.

٢ - قم برفع وتنظيف ألواح منع خروج رذاذ الماء (Eliminators).

٣ - قم برفع وتنظيف فونيات الرشاشات.

٤ - قم بفحص عمود المروحة وعجل المراوح.

٥ - قم بتنظيف وإعادة دهان السطح الداخلى لجسم المكثف.

٦ - قم بفحص تواجد تآكل مبكر بالسيور والطارات.

٧ - قم بفحص جميع البلوف ويجرى إصلاح لها إذا لزم الأمر.

المبخرات (Evaporators):

يوميًا:

١ - قم بفحص درجات حرارة دخول وخروج الهواء.

شهريًا:

١ - قم بفحص حالة الزعانف من ناحية تراكم الأوساخ عليها.

٢ - قم باختبار تنفيس مركب التبريد.

سنويًا:

١ - على الأقل مرة كل عام يجب تنظيف جميع الملفات بواسطة خرطوم هواء مضغوط أو ماء مندفع.

٢ - قم بفحص سطح الملف من ناحية ظهور علامات تآكل به.

٣ - قم بفحص جسم الملف من ناحية ظهور صدأ عليه. ينظف ويدهن بالطلاء.

بلوف التمدّد، بلوف القفل الكهربائية (سلونويد)، بلوف التصريف، البلوف العوامة:

يوميًا:

١ - قم بفحص جميع البلوف ناحية وجود زرجنة بها (Sticking).

٢ - قم بفحص عمل جميع البلوف العوامة.

شهريًا:

١ - قم باختبار تنفيس جميع الوصلات.

٢ - قم بفحص الانتفاخ الحسّاس (البلب - Bulb) الخاص ببلف التمدد الحرارى للتأكد من أنه يلامس جيدًا خط ماسورة السحب.

٣ - قم برفع جميع أغطية صناديق المنظمات لفحص جميع الوصلات الموجودة بداخلها.

٤ - قم بفحص عمل جميع بلوف القفل الكهربائية (سلونويد).

سنويًا:

١ - قم بتخزين جميع شحنة مركب التبريد الموجودة بالدائرة (Pump System Down) وقم بفحص جميع مقاعد (Seats) البلوف من ناحية وجود تآكل بها.

٢ - قم بفحص مقدار ضبط جميع بلوف التصريف.

٣ - قم باستبدال جميع الجوانات وبختبر التنفيس.

وحدات تكييف الهواء المركزية المجمعة القائمة بذاتها

(Self Contained Vnits)

يوميًا:

١ - نظرًا لأن جميع دوائر مركب التبريد الخاصة بهذه الوحدات محكمة القفل (Hermetic) فإن موضوع فحصها يختص فقط بمراجعة تشغيلها.

شهريًا:

١ - قم باختبار تنفيس دائرة مركب تبريد الوحدة.

٢ - قم بفحص شدّ السيور.

٣ - قم بتزييت أو تشحيم الحوامل.

٤ - يراجع وجود طرق أو صوت غير عادى بالوحدة.

٤ - قم بتنظيف مرشحات الهواء.

سنويًا:

١ - إذا كان مكثّف الوحدة من النوع الذى يتمّ تبريده بالماء، قم بتنظيف المكثف، وقم بفحص وجود ترسبات أو أوساخ غير عادية بمواسير المكثف.

٢ - إذا كان مكثّف الوحدة من النوع الذى يتمّ تبريده بالهواء، قم بتنظيفه بخرطوم هواء مضغوط.

٣ - قم بفحص قطع تماس (كونتاكت) وجزء الفصل الموجودة بجميع المفاتيح الكهربائية وأجهزة الوقاية. قم بإجراء الإصلاحات اللازمة أو استبدال الأجزاء التالفة منها.

٤ - قم بفحص جميع طارات التشغيل من ناحية ظُهور تآكل عادى بها، ويجرى اتزان لها، وتستبدل السيور إذا لزم الأمر.

٥ - قم بتنظيف جميع ملفّات انتقال الحرارة بواسطة خرطوم هواء مضغوط.

٦ - قم بفحص محرك المروحة طبقًا لبرنامج صيانته.

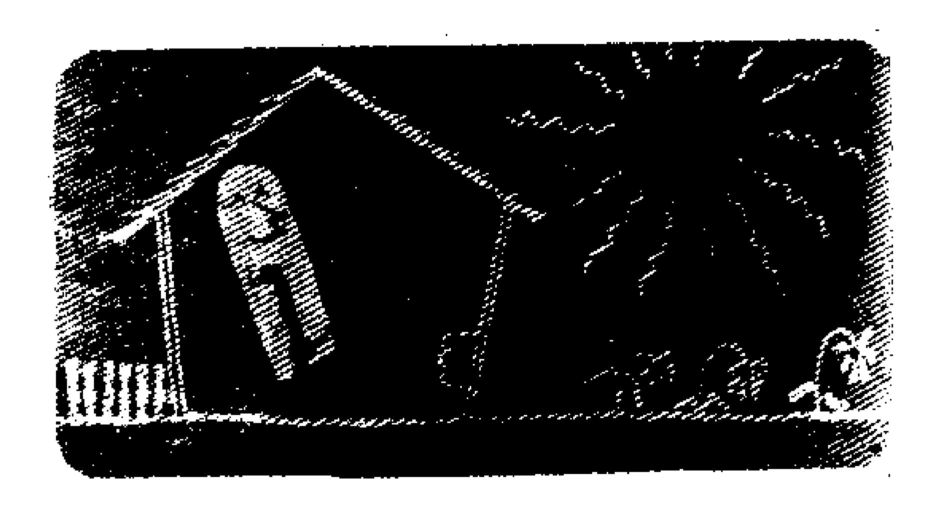
٧ - قم بفحص جميع الوصلات الكهربائية للتأكد من إحكام رباطاتها.

لمزيد من المعلومات عن طرق خدمة وصيانة وإصلاح وحدات تكييف الهواء المركزية يرجع إلى كتب المؤلف الآتية:

١ - النواحى العملية الحديثة فى التبريد وتكييف الهواء. الناشر - دار المعارف.

٢ - إصلاح وصيانة أجهزة التبريد وتكييف الهواء. الناشر - دار الشروق.

الفصل الثالث عشر



استخدام الطاقة الشمسية فى عمليات تكييف الهواء

الفصل الثالث عشر

إستخدام الطاقة الشمسية فى عمليات تكييف الهواء

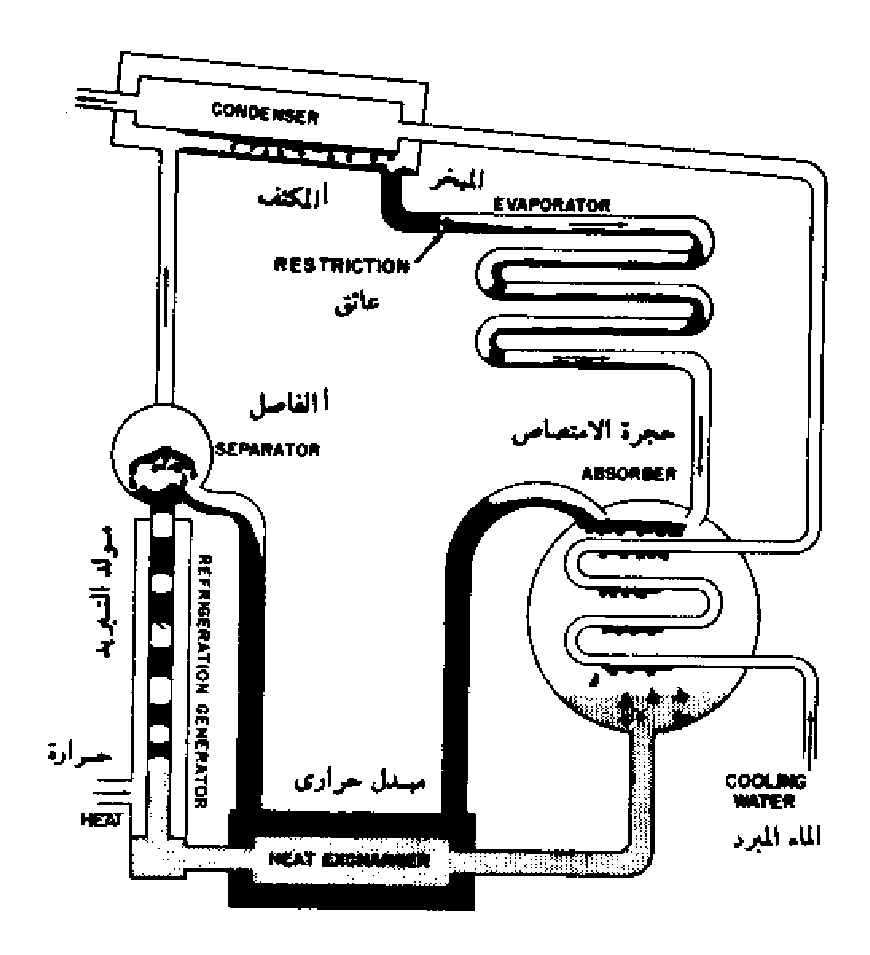
إن استخدام الطاقة الشمسية فى عمليات تكييف الهواء أصبح حقيقة اليوم، ولو أنه لم ينتشر استعمالها بشكل ملحوظ حتى اليوم.

هذا ويرجع استخدام الطاقة الشمسية تجاريا إلى شهر يناير من عام ١٩٧٧، حيث قامت شركة (أركلا –ARKLA) بالولايات المتحدة الأمريكية بوضع وحدتى تبريد من النوع الذى يعمل بالامتصاص (Absorption Machines) والتى قد تم تصميمها خصيصا لتعمل بالطاقة الشمسية، حيث تقوم بتخفيض درجة حرارة التشغيل وذلك بزيادة مسطح تبادل حرارة المولد (Generator).

هذا ولقد أضيفت إلى كل وحدة منها طلمبات لتحريك المحلول الذى يتكون من الماء كمركب تبريد (Refrigerant)، وبروميد الليثيوم (Lithiom Bromide) كممتص (Absorbent). وبذلك أمكن الحصول على جودة عالية من الوحدة عند أقل درجات حرارة تشغيل. هذا ولقد تم تصميم الوحدتين حيث كانت سعة تبريد الوحدة الأولى منها ٣ طن تبريد، والثانية ٢٥ طن تبريد.

ولإمكان فهم دائرة التبريد بالامتصاص سنقوم هنا بشرح دورة تبريد بالامتصاص مبسطة يوضحها الرسم رقم (١٣–١). ويلاحظ أن هذه الوحدة تشتمل على مكثف، ومبخر، وحجرة الامتصاص، ومبدل حرارى، ومولد تبريد، وفاصل.

ويتواجد بمولد التبريد محلول من مركب التبريد (الماء) والممتص (بروميد الليثيوم). وعندما تعطى الحرارة للمولد (فى هذه الحالة من الطاقة الشمسية) فإن جزءا من مركب التبريد يتبخر أو يغلى ويخرج من المحلول. وعندما يتصاعد بخار الماء، فإن المحلول يرتفع بتأثير عملية رفع البخار (حدوث فقاعات – Bubbling) إلى الفاصل الموجود أعلى المولد مباشرة. وبعد ذلك ينفصل كل من مركب التبريد والممتص، حيث يرتفع مركب التبريد كبخار إلى المكثف، ويتساقط الممتص إلى أسفل خلال ماسورة المبدل الحرارى، ومن هناك إلى حجرة الامتصاص. وفى نفس الوقت يرتفع مركب التبريد (بخار الماء) من الفاصل إلى المكثف، حيث يتكاثف هناك ويتحول إلى سائل



رسم رقم (١٣ - ١)

دورة مبسطة توضح عملية التبريد بالامتصاص.

بتأثير الماء المبرد الذى يمر خلال مواسير المكثف. وهذا الماء البارد يأتى إلى ال...
برج تبريد، أو من تغذية ماء المدينة مباشرة.

وبعد أن يتكاثف مركب التبريد إلى سائل، يمر خلال ماسورة المبخر. وهذه الماسورة تشتمل على عائق (Restriction) تعمل مثل نقطة التمدد (Expansion Point) فى دائرة التبريد الميكانيكية. وعندما يمر السائل خلال هذا العائق، ينخفض ضغطه وبذلك تنخفض نقطة غليانه. ومباشرة يتحول بسرعة (Flashes) بعض السائل إلى بخار، والباقى يتحول إلى بخار عندما يمر مركب التبريد خلال المبخر. وكما فى دائرة التبريد الميكانيكية، عندما يتحول مركب التبريد إلى بخار فى المبخر، فإنه يمتص الحرارة من حول ملفات المبخر. وبعد ما يتحول جميع مركب التبريد إلى بخار، فإنه يترك المبخر ويهبط إلى حجرة الامتصاص. وفى حجرة الامتصاص يمتص بروميد الليثيوم مرة أخرى بخار مركب التبريد من المحلول.

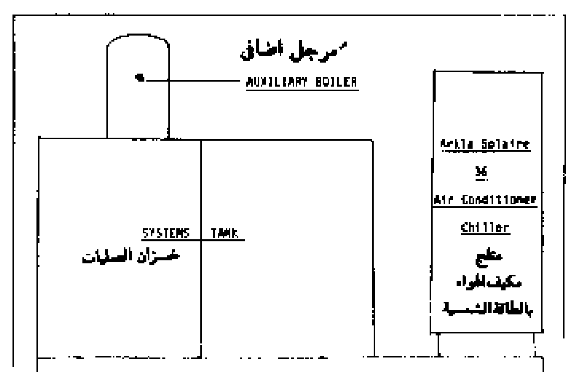
ولشرح وجود بروميد الليثيوم عند هذه النقطة يكون من الضرورى توجيه الإنتباه مرة أخرى إلى مولد التبريد، حيث يتم هناك فصل بروميد الليثيوم من مركب التبريد (الماء)، وبعد ذلك يتساقط الممتص (بروميد الليثيوم) من الفاصل إلى المبدل الحرارى، وبعد ذلك يتجه إلى حجرة الامتصاص. وعندما يتحرك الممتص خلال جدار المبدل الحرارى يحدث تأثير مزدوج، حيث يُعطى كثيرًا من حرارته إلى المحلول الذى يمر خلال المبدل الحرارى، وبذلك يعمل على إعطاء تدفئة مبدئية (Preheats) للمحلول. وانتقال الحرارة من هذا الممتص إلى المحلول تعمل أيضا على تبريد الممتص لإعداده لعملية الإمتصاص.

وتشتمل حجرة الامتصاص على ملف مواسير يمر خلال الماء المبرد، ويمر بروميد الليثيوم الممتص إلى أعلى حجرة الامتصاص ويوزع فوق جميع سطح الملف، وبهذه الطريقة فإن أقصى مساحة من المحلول الممتص تتعرض لبخار مركب التبريد الذى يأتى إلى هذه الحجرة من المبخر.

ويجب أن نفهم أنه عند هذه النقطة يكون بروميد الليثيوم، إما وحده أو فى المحلول له شراهية قوية جدا لبخار الماء. ودرجة الامتصاص تزداد عند درجات الحرارة المنخفضة، فلذلك تجهز حجرة الامتصاص بملف مواسير يمر بداخله الماء المبرد.

وبعدما يُمتص بخار مركب التبريد بواسطة بروميد الليثيوم، فإن المخلوط يتساقط مرة أخرى خلال المبدل الحرارى إلى مولد التبريد حيث تتكرر الدورة. وفى عام ١٩٧٨ تم إنتاج وحدة مجمعة للماء الساخن، والتدفئة والتبريد، متصلة مع الأجزاء الخاصة بعملية الطاقة الشمسية ومركبة على قاعدة واحدة كما هو مبين بالرسم رقم (١٣-٢). وهذه الوحدة المجمعة مركبة على هيكل واحد، يشتمل على مُثلج الامتصاص (Absorption Chiller). الذى يتم تغذيته بواسطة الماء الذى يتم تسخينه بالطاقة الشمسية. وتشتمل هذه الوحدة أيضا على مرجل ماء إضافى (Auxiliary Boiler) ليساعد العملية أثناء الفترات الطويلة من الاستعمال الشديد، وعند سطوع الشمس لفترات قصيرة.

الرسم رقم (١٣ - ٣) يبين دائرة مبسطة نموذجية لعملية تدفئة وتبريد تعمل بالطاقة الشمسية، موضح بها الأجزاء المختلفة التى تشتمل عليها. هذا وعند الحاجة





رسم رقم (١٣ - ٢)

وحدة تبريد وتدفئة من طراز (أركلا-ARKLA) تعمل بالطاقة الشمسية، مركبة على قاعدة واحدة، تشتمل على وحدة مثلج يعمل بالامتصاص، ويتم تغذيته بواسطة الماء الذى قد تم تسخينه بالطاقة الشمسية. وتشتمل هذه الوحدة أيضا على مرجل (غلاية) إضافى.

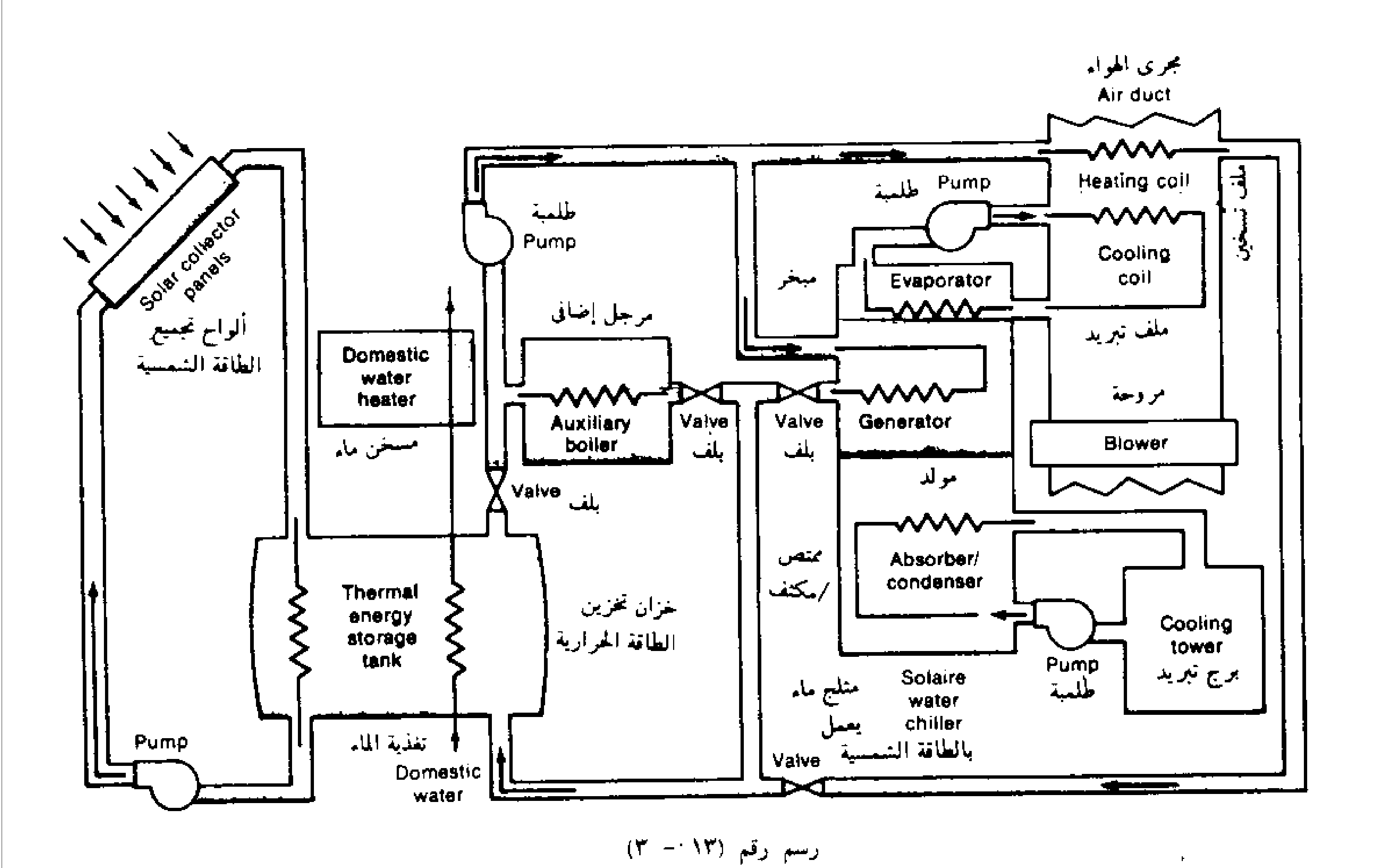
إلى عملية التبريد، فإن دائرة الماء المثلج (Chilled Water) تعمل داخل لفة مغلقة بين ملف المروحة ومثلج الامتصاص.

وعند الحاجة إلى عملية التدفئة، فإن ذلك يعمل على تغيير وضع بلف التسخين - التبريد، وبذلك تقوم الطلمبة بسحب الماء مباشرة من خزان العملية. وذلك يؤدى إلى إزاحة الماء المثلج وإدخال ماء دافىء إلى وحدة ملف المروحة.

ولقد أتاحت هذه الطريقة إلى استعمال ملف ماء واحد داخل مجارى الهواء المكيف الخاص بالمسكن، وكذلك بلف تحويل ثلاث سكك (Three - way diverting valve) وذلك لتحويل تشغيل العملية من التدفئة إلى التبريد.

هذا وبلف التشغيل الثانى يعمل كمنظم للحمل. فعندما ينخفض حمل العملية، فإن درجة حرارة الماء المثلج تميل إلى الهبوط. ومن أجل منع حدوث تذبذب (سيكله - Cycling) فى عمل مُثلج الماء (Chiller)، فإن سريان ماء المولد (Generator) الساخن يتم تهريبه (By -Passed) نتيجة لدرجة حرارة الماء المثلج. هذا ويتم ضبط عمل الوحدة أتوماتيكيا وذلك لتناسب حمل المكان المكيف حتى تنخفض إلى حوالى سعة الوحدة، مما يؤدى إلى الحصول على أحسن خواص عمل لها.

وكمثال لاستعمال الطاقة الشمسية فى كل من عملية تكييف الهواء والتدفئة وذلك

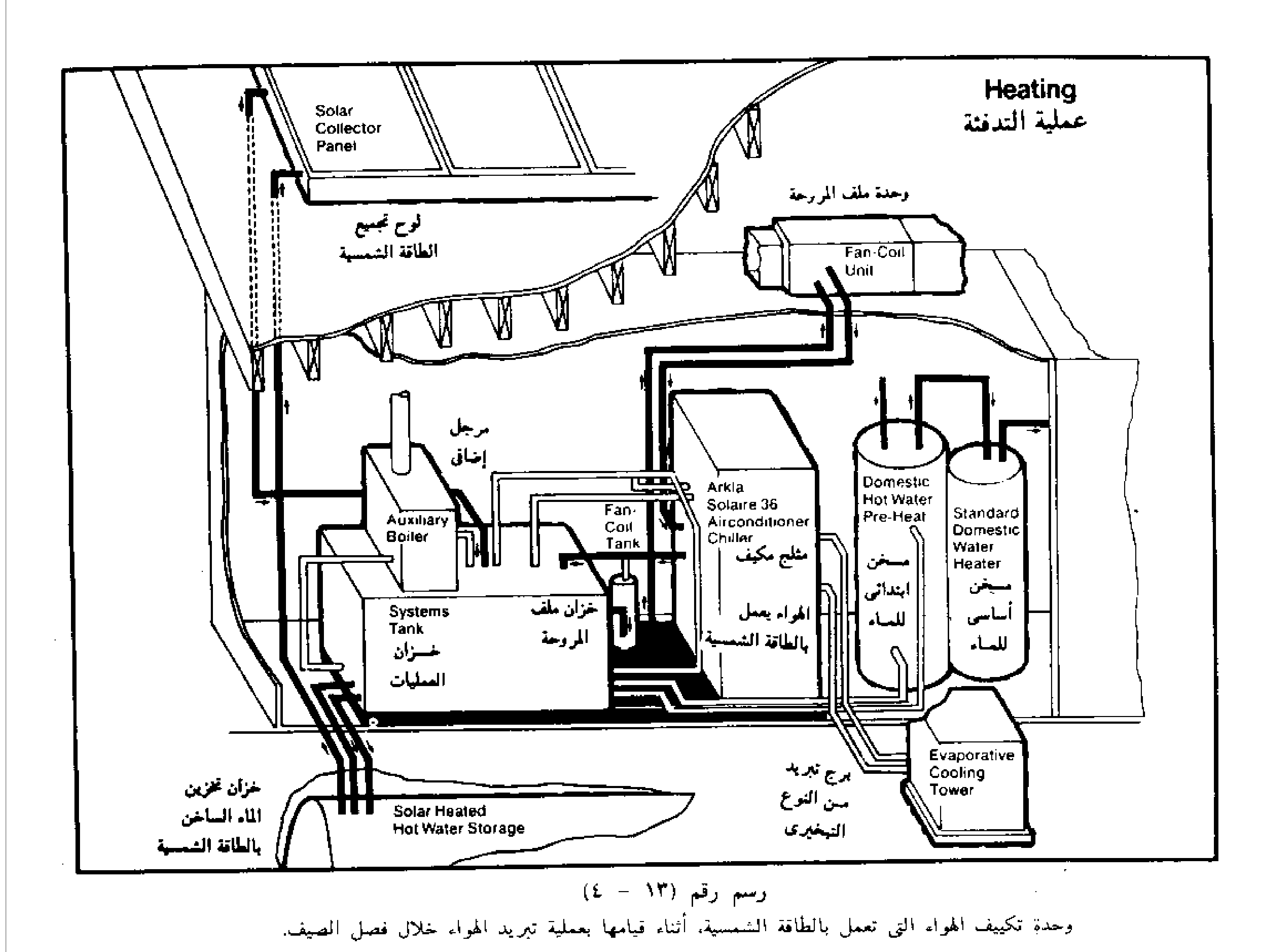


رسم رقم (١٣ - ٣)

دائرة مبسطة نموذجية لعملية تدفئة وتبريد تعمل بالطاقة الشمسية، موضحا بها الأجزاء المختلفة التي تشتمل عليها.

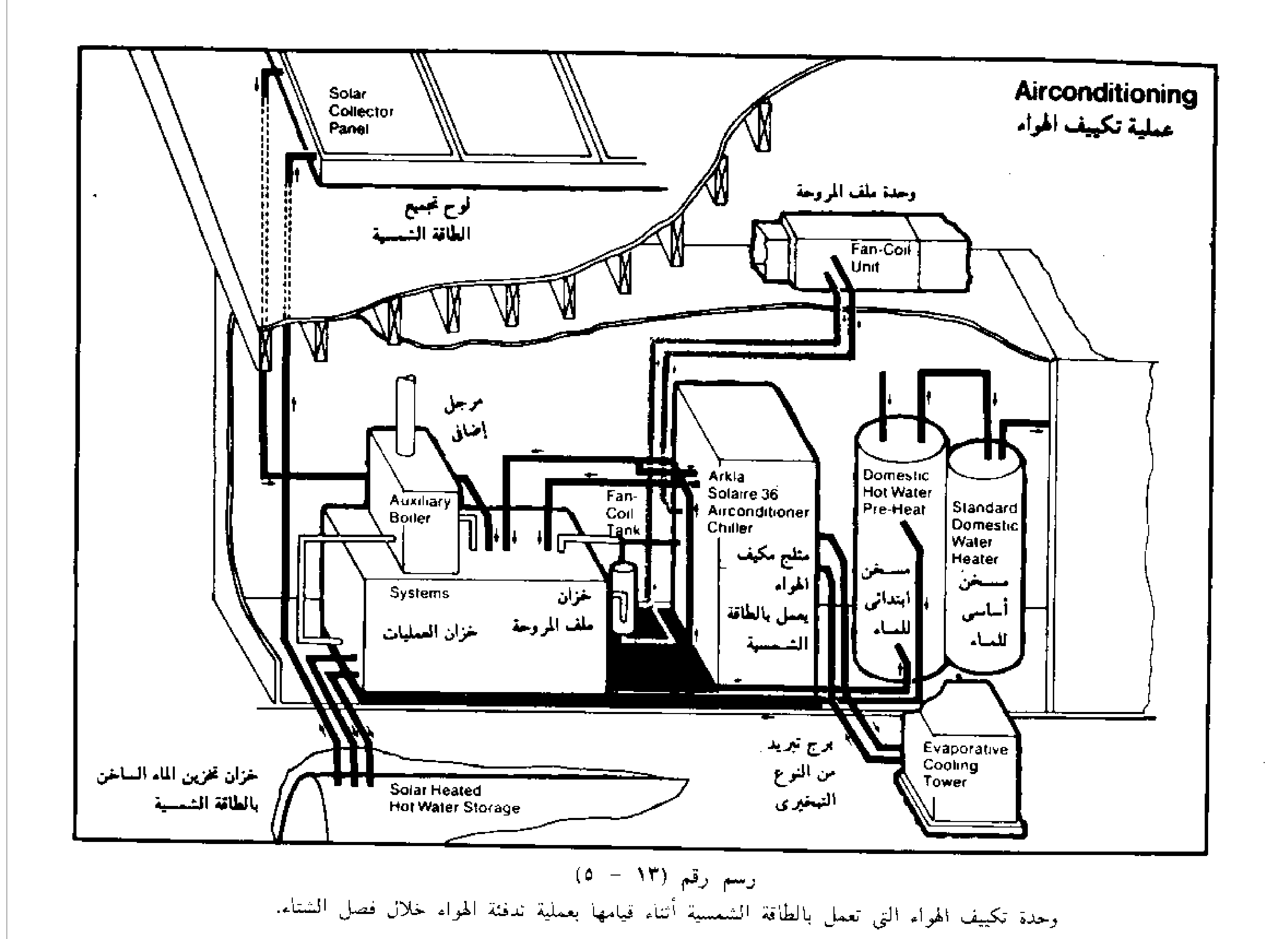
باستعمال الطاقة الشمسية سنوضح فيما يلي عمل وحدة تكييف الهواء التى تعمل بالطاقة الشمسية التى سعة تبريدها ٣ طن تبريد.

الرسم رقم (١٣ - ٤) يوضح لنا عمل هذه الوحدة أثناء قيامها بعملية تكييف الهواء خلال فصل اصيف، حيث نجد أن الماء الذى يتم تسخينه بالطاقة الشمسية يمر من لوح المجمع الشمسى (Solar Collector Panel) إلى أجزاء العملية وخزانات تخزين الماء الساخن. وهذا الماء الساخن بدوره يقوم بتغذية وحدة مثلج الماء الذى يعمل بالامتصاص. الآن يمر الماء المثلج إلى وحدة ملف المروحة، التى تشتمل على مروحة وملف الماء الدافىء والمثلج. ويمر الهواء فوق ملف الماء البارد حيث يعمل على تبريد المسكن. هذا وأثناء قيام هذه الوحدة بعملية التدفئة التى يوضحها الرسم رقم (١٣-٥)، فإن هذه العملية تعمل كما هو مبين فى دورة التبريد، ولكن للقيام بعملية التدفئة، فإن الماء الذى يتم تسخينه بالطاقة الشمسية بواسطة لوح المجمع الشمسى، يُرسل مباشرة إلى ملف المروحة الذى يقوم بتدفئة الهواء الذى يمر فوقه، وبذلك تتم عملية تدفئة المسكن.



رسم رقم (١٣ - ٤)

وحدة تكييف الهواء التى تعمل بالطاقة الشمسية، أثناء قيامها بعملية تبريد الهواء خلال فصل الصيف.



رسم رقم (١٣ - ٥)

وحدة تكييف الهواء التى تعمل بالطاقة الشمسية أثناء قيامها بعملية تدفئة الهواء خلال فصل الشتاء.

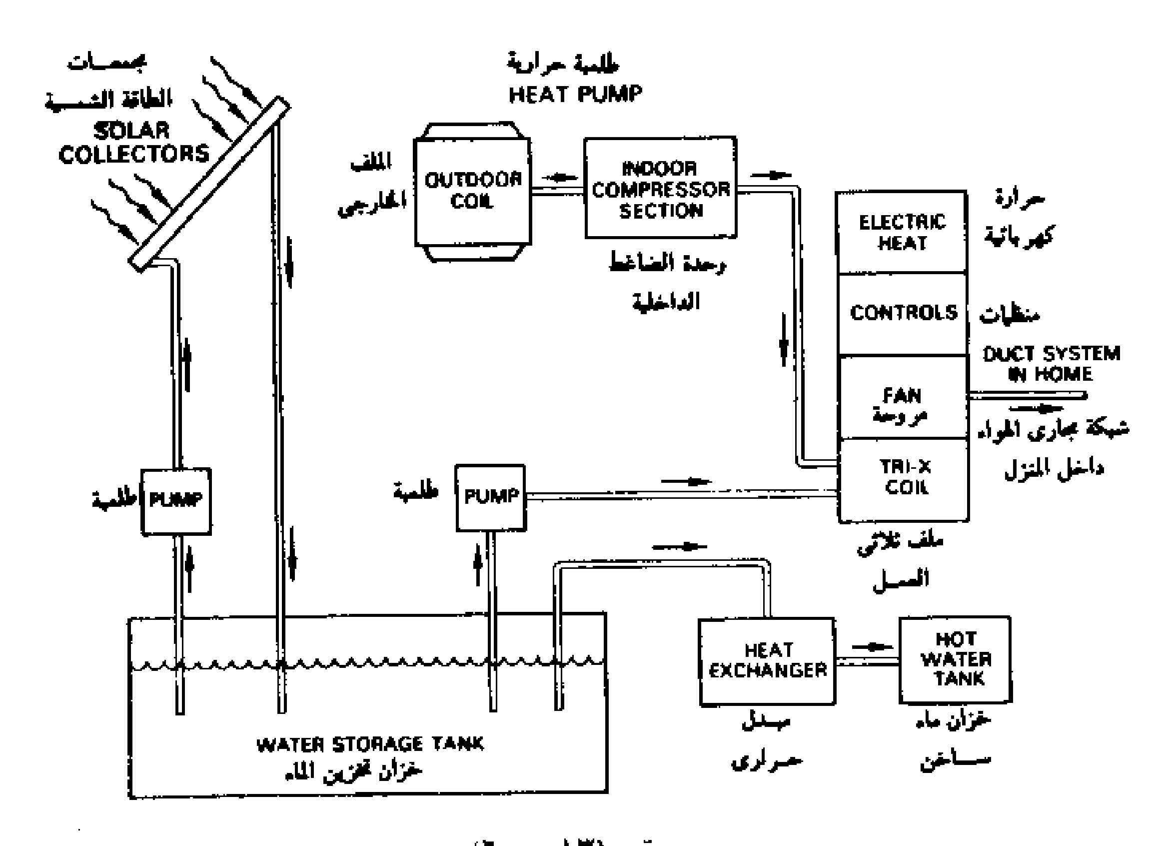
أمثلة لوحدات الطلمبات الحرارية
التى تعمل بمساعدة الطاقة الشمسية

مثال رقم (١) - كاريير:

إن طريقة شركة كاريير (Carrier) التى تعمل بمساعدة الطاقة الشمسية (Solar assisted heat-Pump) التى تسمى تجاريا (Solararound) تتركب كما هو مبين بالرسم رقم (١٣ - ٦) من أربعة أجزاء أساسية:

مجموعة من صفوف ألواح تجميع الطاقة الشمسية، وخزان تخزين ماء، ومواسير ووحدة طلمبة/المنظم موصلة بالأسلاك الكهربائية الخاصة بها، وملف ثلاثى العمل (Tri-x Coil).

هذا وتمتص مجموعة ألواح التجميع المركبة فوق سطح المبنى إشعاعات الشمس.



رسم رقم (١٣ - ٦)
الأجزاء التى تتركب منها وحدة الطلمبة الحرارية التى تعمل بمساعدة الطاقة الشمسية من طراز «كاريير».

وتنتقل الطاقة الممتصة التى على شكل حرارة من ممرات المجمع المعزولة الموجودة بألواح مجمع الطاقة الشمسية إلى خزان تخزين الماء خلال مواسير معزولة. وبعد ذلك يُدفع الماء الذى قد تم تسخينه بواسطة الطلمبة إلى الملف الثلاثى العمل.

ويمر الهواء فوق هذا الملف حيث يتم تسخين الهواء. ويوزع هذا الهواء الساخن خلال سيكة مجارى الهواء الخاصة بالمسكن. وخلال فترات النهار، وذلك عندما يحتاج المسكن إلى عملية تبريد، فإن طلمبة خزان تخزين الماء تقوم بتحريك الماء المثلج (Chilled Water) خلال الملف، وبذلك يتم تبريد الهواء الذى يوزع داخل المسكن. هذا ونظرا لأن الملف الثلاثى العمل (Tri-x-Coil) يشتمل على ملفات مركب تبريد وماء فى صفوف متبادلة داخل غلاف واحد، وذلك للانتقال الفورى للطاقة الحرارية من مركب التبريد إلى الماء.

وهو يقوم بثلاث عمليات:

١ - نقل الحرارة أو التبريد من الماء المخزن إلى هواء المسكن.

٢ - نقل التبريد من مركب التبريد إلى ماء التخزين خلال ساعات فترات عدم التشغيل القصوى.

٣ - نقل حرارة الطلمبة الحرارية (Heat-Pump) أو التبريد من مركب التبريد إلى هواء المسكن لعملية التدفئة العادية أو التبريد، وذلك عندما تكون درجة حرارة ماء التخزين ليست عند الدرجة المناسبة.

هذا ومجمعات الطاقة الشمسية المستعملة فى هذه الطريقة هى من طراز الألواح المسطحة المصممة لاستقبال كل من أشعة الشمس المباشرة أو الموزعة، ويمكنها أن تمتص حرارة الإشعاع حتى خلال الأيام التى يغطى فيها السحاب سماءها.

هذا وجميع حسابات الأحمال لهذه الطريقة الجديدة باستخدام الطاقة الشمسية، وكذلك تصميم أجزائها المختلفة يجب أن يتم إجراؤها بواسطة مركز الحاسب الآلى (الكمبيوتر) الموجود بشركة كاريير العالمية بالولايات المتحدة الأمريكية.

مثال رقم (٢) - جنرال إلكتريك:

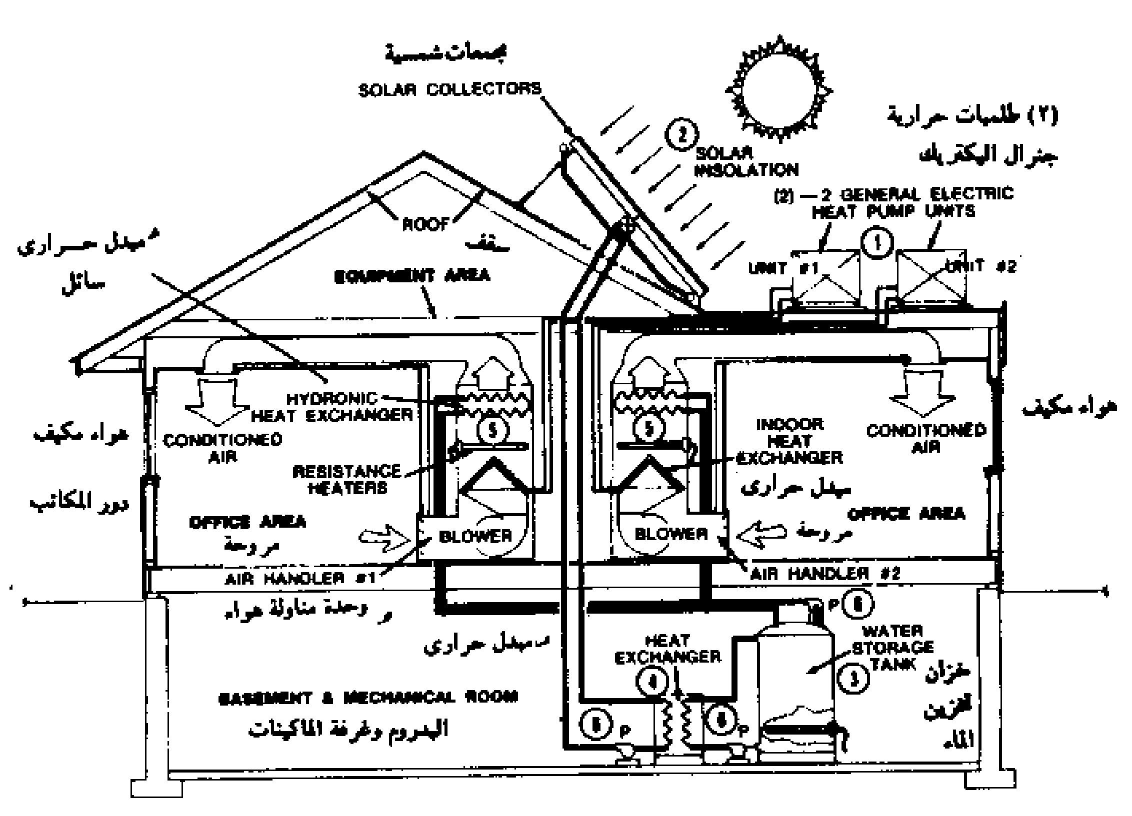
اشتركت كل من شركة جنرال إلكتريك، وفيلادلفيا إلكتريك، وديفون - إير بالولايات المتحدة الأمريكية فى القيام بعملية تكييف هواء مبنى شركة ديفون - إير،

وذلك باستعمال وحدة طلمبة حرارية تعمل بمساعدة الطاقة الشمسية، تظهر تركيبات هذه العملية بالرسم رقم (١٣ - ٧). وفى هذه العملية تقوم الطلمبات الحرارية بنقل الحرارة التى يحتويها الهواء الخارجى إلى داخل المبنى، وذلك باستعمال مركب تبريد سائل.

وتقوم عملية الطاقة الشمسية بتجميع الطاقة الشمسية مباشرة فى سائل متحرك وتخزين الحرارة فى خزان معزول لاستخدامها فيما بعد.

هذا ويؤدى الترتيب المدمج إلى تكوين منطقتين لعملية تدفئة وتبريد الهواء، وبذلك أمكن الحصول على عملية تكييف للهواء كاملة للمكاتب الموجودة بالدور الثانى من المبنى والتى تبلغ مساحتها ٢٤٠٠ قدم مربع.

وتشتمل هذه العملية على وحدتين من الطلمبات الحرارية من إنتاج جنرال إلكتريك (Weathertron) سعة كل منهما ٢ طن تبريد، وعشرة ألواح مجمعات طاقة شمسية (٢٣٤ قدم مربع) وجزان لتخزين ٥٥٠ جالون من الماء يشتمل على مسخن



رسم رقم (١٣ - ٧)

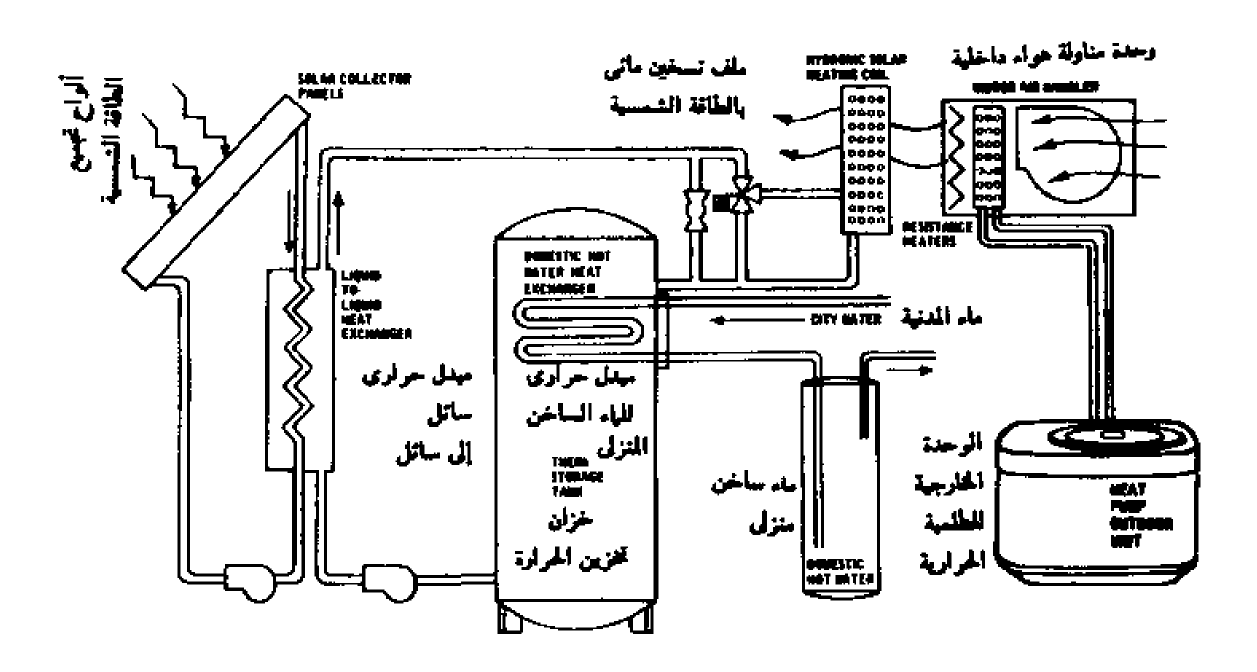
عملية تكييف هواء مبنى باستعمال عدد (٢) وحدة طلمبات حرارية من طراز «جنرال الكتريك» تعمل بمساعدة الطاقة الشمسية.

كهربائى قوة ٤,٥ كيلو وات، ومبدل حرارى لمحلول جلايكول (glycol) مع الماء، وعدد (٢) مسخن كهربائى من نوع المقاومة لتركب فى مجارى الهواء قوة ٥,٣ كيلووات، عدد (٣) طلمبات لتحريك السائل.

هذا والعشرة ألواح مجمعات الطاقة الشمسية مركبة فوق سطح المبنى. والحرارة التى تؤخذ من هذه الألواح تُجمع فى سائل يتكون من ٥٠ فى المائة من محلول جلايكول الإثيلين مذاب فى الماء. ويتحرك السائل خلال صفوف هذه الألواح، وذلك عندما تزيد درجة حرارة ألواح المجمعات عن ١٢٠°ف. والسائل الذى قد تم تسخينه يمر خلال المبدل الحرارى الموجود بالدور الأول من المبنى.

هذا ولقد قامت شركة جنرال إلكتريك بتصميم عملية التدفئة والتبريد، حيث قدمت الطلمبات الحرارية، وألواح مجمعات الطاقة الشمسية. وقامت شركة ديڤون - إير بتجميع وتركيب أجزاء هذه العملية فى مبناها.

بينما قدمت شركة فيلادلفيا إلكتريك أجهزة القياس ومنظمات تشغيل كل جزء من عملية التدفئة.



رسم رقم (١٣ - ٨)

طريقة «فيدرز» لتكييف الهواء، باستعمال طلمبة حرارية تعمل بمساعدة الطاقة الشمسية.

مثال رقم (٣) - فيدرز:

تتركب وحدة فيدرز (Fedders) لتكييف [illegible]راء من طلمبة حرارية تعمل بمساعدة الطاقة الشمسية، تشتمل على خمسة أجزاء أساسية كما هو مبين بالرسم رقم (١٣-٨)، وسنتكلم عن كل جزء منها باختـ[illegible]ـر فيما يلى:

١ - لفة المجمع (Collector) أو ما يطلق عليها بالدائرة الشمسية الابتدائية، حيث تشتمل على ألواح المجمعات الشمسية، وطلمبة لتحريك الماء، وخزان تمدد (Expansion tank)، الخ. هذا وتملأ اللفة الابتدائية بمحلول من الماء ومانع للتجمد (Anti Freeze)، يتحرك خلال اللفة بمعدل ٥٥و جالون فى الدقيقة لكل لوحة تجميع شمسية.

٢ - المبدل الحرارى (Heat Exchanger) - عندما يترك محلول الماء/مانع التجمد الذى يكون قد تم تسخينه بواسطة الطاقة الشمسية لوح التجميع، فإنه يمر خلال المبدل الحرارى (السائل إلى السائل) حيث يُعطى الطاقة الشمسية التى تكون قد أمتصت فى اللوح ويبرد للمرور التالى خلال المجمع.

٣ - لفة التخزين/النهائية (Storage/Terminal Loop) - أو التى يطلق عليها دائرة الطاقة الشمسية الثانوية، والتى تمتص الطاقة الشمسية من محلول الماء/مانع التجمد الموجود داخل المبدل الحرارى الذى يتكون من خزان تخزين الحرارة، وملف الطاقة الشمسية المائى، ويلف تهريب كهربائى (bypass valve)، وطلمبة لتحريك الماء، وخزان تمدد. هذا وتعمل طلمبة تحريك الماء، وذلك فى كل مرة تكون الطلمبة المركبة فى الدائرة الابتدائية تعمل، وذلك لتكملة عملية انتقال الحرارة فى المبدل الحرارى، وتنقل الطاقة الشمسية إلى خزان التخزين.

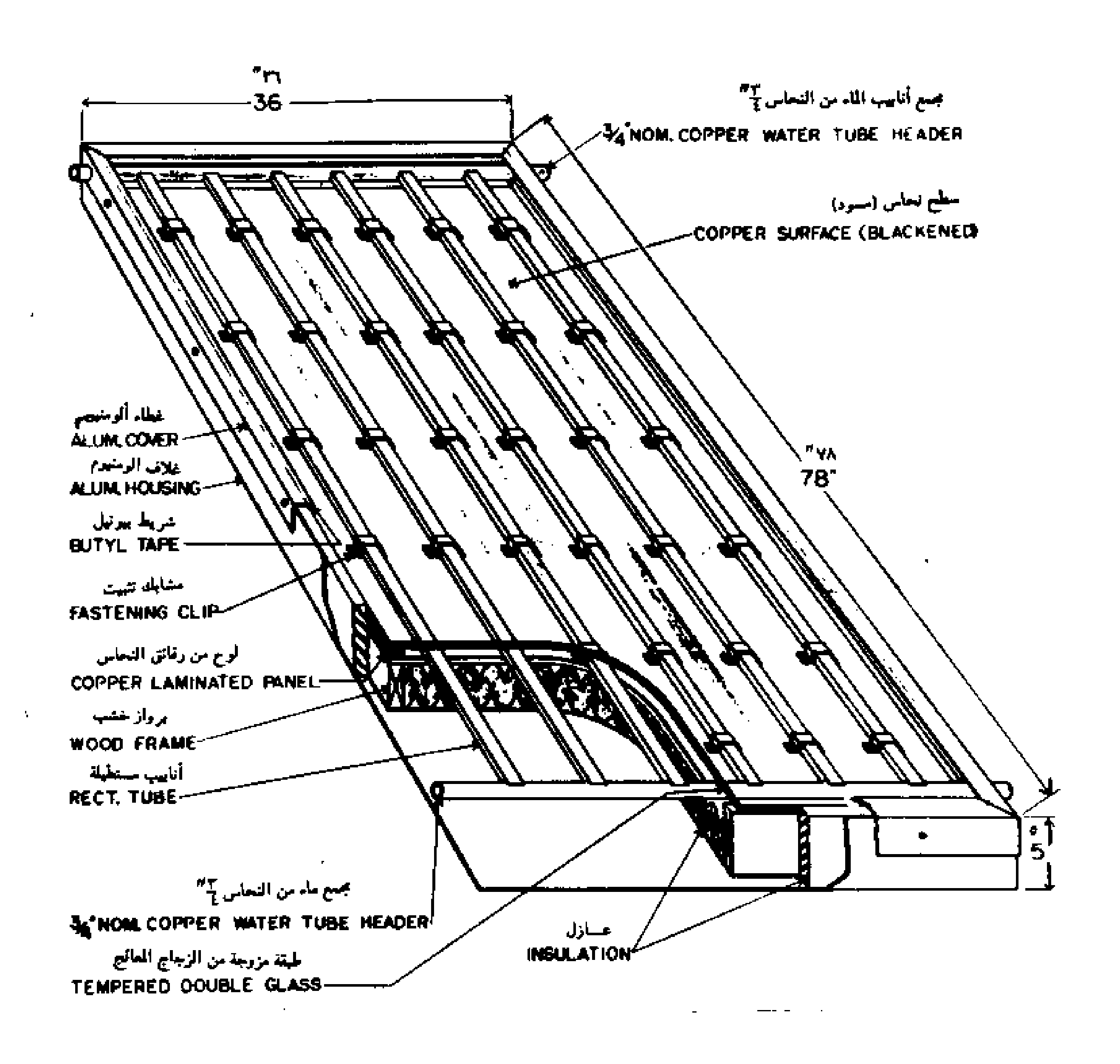
٤ - الطلمبة الحرارية من طراز (Flexhermetic II) - المركبة فى هذه الوحدة تقوم بعملية تكييف الهواء والتدفئة بطريقة الدورة المعكوسة، كما هو الحال بالنسبة للطلمبة الحرارية العادية.

٥ - لفة الماء الساخن المنزلى (Domestic Hot Water Loop) - تُعطى الماء الساخن للاحتياجات المنزلية، وذلك باستخدام الطاقة الشمسية المنخفضة التكاليف.

هذا ويقوم ملف مبدل حرارى ذو زعانف (Fins) مركب داخل خزان تخزين الحرارة بعملية التسخين المبدئية لماء المدينة الذى يغذى خزان الماء الساخن المنزلى، وذلك عندما يُسحب هذا الماء للاستعمال.

كيف يعمل مجمع الطاقة الشمسية:

يُعتبر عمل مجمع الطاقة الشمسية (Solar Energy Collecer) بسيطا جدا، حيث يقوم سطح من النحاس المسود (Blackend Copper) بامتصاص حرارة الإشعاع، وينقلها إلى السائل الذى يتحرك داخل الأنابيب التى يشتمل عليها المجمع، والمحكم تثبيتها جيدا مع سطح الممتص (Absorber Surface). وعادة يُغطى لوح المجمع بالزجاج أو أية مادة شفافة تسمح بإمرار الطاقة الإشعاعية من الشمس، ولكنها تتصيد أية طاقة يعاد إشعاعها من السطح الدافىء. هذا والرسم رقم **(١٣-٩)** يبين لنا لوحا نموذجيا لمجمع طاقة شمسية، والأجزاء المختلفة التى يتركب منها.



رسم رقم (١٣ - ٩)

لوح نموذجي لمجمع طاقة شمسية، تظهر به الأجزاء المختلفة التي يتركب منها.

فهـــرس

صفحة

كتب أخرى للمؤلف

١ - الثلاجة الكهربائية. - دار المعارف

٢ - هندسة التبريد. - دار المعارف

٣ - النواحى العملية الحديثة فى التبريد وتكييف الهواء. - دار المعارف

٤ - أجهزة تكييف هواء الغرف والسيارات. - دار المعارف

٥ - الهندسة الكهربائية للتبريد وتكييف الهواء. - دار المعارف

٦ - إصلاح وصيانة أجهزة التبريد وتكييف الهواء. - دار الشروق

٧ - طرق استعمال الثلاجة الكهربائية (لربّات البيوت). - دار الشروق

٨ - الغسالة الكهربائية. - دار الشروق

رقم الإيداع	١٩٩٥/٧١١٣
الترقيم الدولى	977 - 02 - 5006 - 6 ISBN

١ / ٩٥ / ٢٧

طبع بمطابع دار المعارف (ج.م.ع.)